RETOS Y HERRAMIENTAS PARA EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD

VÍCTOR HUGO TOLEDO HERNÁNDEZ
(coordinador)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
Praxis Digital 6

Retos y herramientas para el estudio de la biodiversidad

Retos y herramientas para el estudio de la biodiversidad

Víctor Hugo Toledo Hernández
(Coordinador)

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

México, 2015

RETOS Y HERRAMIENTAS PARA EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD

Víctor Hugo Toledo Hernández (Coordinador) Primera edición 2015

D.R. © Víctor Hugo Toledo Hernández D.R. © Universidad Autónoma del Estado de Morelos Av. Universidad 1001

Col. Chamilpa, CP 62210
Cuernavaca, Morelos
publicaciones@uaem.mx
libros.uaem.mx

Retos y herramientas para el estudio de la biodiversidad de Víctor Hugo Toledo Hernández (coord.) está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Diseño de portada: Angélica María Corona López Diseño de interiores y traducción ePub: Ernesto López Ruiz ISBN 978-607-8434-47-3

Instituciones

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

Centro de Investigación Biotecnológica, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México

Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62210 Cuernavaca, Morelos, México

Escuela de Estudios Superiores, Jojutla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62900 Jojutla, Morelos, México

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil 1301, 87010 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

Facultad de Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México

Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, A. C, INECOL A.C. El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México
Efrén Cázares-González,
Michael Castellano,

James Trappe
USDA Forest Service, Northern Research Station, 3200 Jefferson Way, Corvallis, Oregon 97331, EE. UU.
Carlos Andrés Cuta Medina
Biología, Ecología y Manejo de Hormigas. Universidad del Valle. Cali 25360, Valle del Cauca - Colombia
Wildlife Conservation Society (WCS), Investigador asociado, – Colombia. Cali, Valle del Cauca – Colombia

Universidad de Caldas, Manizales 275, Caldas – Colombia
Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales. Universidad de Caldas. Manizales 275, Caldas – Colombia

Andrey Ivanovich Khadarin, Academia de Ciencias de Rusia, 199304 San Petersburgo, Rusia
Dmitri Rafaelevich Kasparyan Serguei Alexandrovich Belokobylskij

ÍNDICE

PRÓLOGO

DIVERSIDAD DEL GÉNERO ENCARSIA FÖRSTER (HYMENOPTERA: APHELINIDAE) EN MÉXICO

Svetlana N. Myartseva, Enrique Ruíz-Cancino, Juana María Coronado-Blanco & Angélica María Corona-López

AVANCES EN EL ESTUDIO DE PIMPLINAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Enrique Ruíz-Cancino, Andrey Ivanovich Khalaim, Dmitri Rafaelevich Kasparyan, Juana María Coronado-Blanco, Víctor Hugo Toledo-Hernández, Alejandro Flores-Palacios, Guadalupe Peña-Chora, Gonzalo Guevara-Guerrero & Jesús García-Jiménez.

DORYCTINAE (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)
DE LA SIERRA DE HUAUTLA Y OTRAS LOCALIDADES DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Juana María Coronado-Blanco, Serguei Alexandrovich Belokobylskij, Enrique Ruíz-Cancino, Víctor Hugo Toledo-Hernández, Angélica María Corona-López & Jesús García-Jiménez.

MÉTODOS BÁSICOS EN ENTOMOLOGÍA:
ETIQUETAS ENTOMOLÓGICAS

A.I. Khalaim & Enrique Ruíz-Cancino.

TRUFAS DEL CENTRO DE MÉXICO

Gonzalo Guevara-Guerrero, Jesús García-Jiménez, Efrén Cázares-González, Víctor M. Gómez-Reyes, Michael Castellano, James Trappe, Enrique Ruíz-Cancino & Alejandro Flores-Palacios.

¿CÓMO USAN EL PAISAJE DOS ESPECIES DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS EN LOS ANDES OCCIDENTALES DE COLOMBIA?

Carlos A. Cultid-Medina, Bedir G. Martínez-Quintero, Juan Carlos Rudas, Tatiana Suarez, Sebastián Villada-Bedoya & Federico Escobar.

PARTICIÓN TEMPORAL DE NICHO DE LA FAMILIA CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) EN TRES LOCALIDADES
DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

José Guadalupe Martínez-Hernández, Víctor Hugo Toledo-Hernández, Alejandro Flores-Palacios & Angélica María Corona-López.

RIQUEZA DE ESPECIES DE CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Víctor Hugo Toledo-Hernández, José Guadalupe Martínez-Hernández, Angélica María Corona-López, Alejandro Flores-Palacios, Svetlana N.

Myartseva, Enrique Ruíz-Cancino & Juana María Coronado-Blanco.

ACAROFAUNA (ARACHNIDA: ACARI) DEL ESTADO DE MORELOS

Ricardo Paredes-León, Angélica María Corona-López, Víctor Hugo Toledo-Hernández & Alejandro Flores-Palacios.

EL PAPEL DE LOS INSECTOS EN LA CONSERVACIÓN

M. Ventura Rosas-Echeverría.

LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT,
UNA AMENAZA PARA LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA
EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Ofelia Sotelo-Caro.

LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD
Y ECOLOGÍA DEL DOSEL DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Alejandro Flores-Palacios, Susana Valencia-Díaz, Angélica María Corona-López & Víctor Hugo Toledo-Hernández.

¿SON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CORTEZA
LAS QUE DETERMINAN LA PREFERENCIA
DE HOSPEDERO DE LAS EPÍFITAS?

Carmen Agglael Vergara-Torres & Alejandro Flores-Palacios.

PATRONES DE DISPERSIÓN DE SEMILLAS
EN EPÍFITAS DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Elizabeth Victoriano-Romero, Víctor Hugo Toledo-Hernández & Alejandro Flores-Palacios.

DINÁMICA DE LA MORTALIDAD DE RAMAS
EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Beatriz Olivia Cortés-Anzúres, Angélica María Corona-López, Víctor Hugo Toledo-Hernández & Alejandro Flores-Palacios.

PRÓLOGO

El estudio, manejo y conservación de la biodiversidad es una prioridad mundial porque el impacto humano ha colocado en riesgo de desaparecer a una cantidad de especies sin precedente. La velocidad de la destrucción y transformación de los ecosistemas pone en riesgo a la diversidad porque, se especula, que muchas especies no han tenido tiempos generacionales suficientes para adaptarse. Para ayudar a esta problemática y desde hace cinco años, los Cuerpos Académicos que conformamos la Red Temática de Colaboración Académica PROMEP, "Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos", hemos venido organizando ciclos de conferencias y talleres donde se ofrecen herramientas para el estudio de la biodiversidad y se presentan los últimos avances de grupos biológicos selectos.

En países biodiversos, como México, la generación de herramientas para el estudio de la biodiversidad es una meta básica, pues las tales herramientas permiten identificar tanto organismos como fronteras de trabajo cruciales para el entendimiento de la biodiversidad y su conservación.

Este libro surge como fruto del IV Taller Internacional de Recursos Naturales: Retos y herramientas para el estudio de la

biodiversidad, y recopila algunas de las contribuciones al mismo, más otras que se anexaron durante la edición del texto. Los trabajos aquí publicados ofrecen una visión actualizada del estado de generación del conocimiento de grupos de investigadores de México (Morelos, Tamaulipas, Veracruz), Colombia y Rusia, que concentran su trabajo en Latinoamérica, además de brindar herramientas para incrementar el conocimiento de la biodiversidad y señalar fronteras de avance en grupos selectos.

Esta obra es el resultado del trabajo colegiado de la red de Cuerpos Académicos bajo el auspicio de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la Universidad Autónoma de Tamaulipas y de la Secretaria de Educación Superior a través del Programa para el Desarrollo Profesional Docente.

Cuerpo Académico Biología del Dosel

DIVERSIDAD DEL GÉNERO *ENCARSIA* FÖRSTER (HYMENOPTERA: APHELINIDAE) EN MÉXICO

DIVERSITY OF THE GENUS *ENCARSIA* FÖRSTER (HYMENOPTERA: APHELINIDAE) IN MEXICO

Svetlana N. Myartseva[1], Enrique Ruíz-Cancino[1],

Juana María Coronado-Blanco[1] & Angélica María Corona-López[2]

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. [2]CIByC, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

ABSTRACT

Aphelinidae is one of the most important families of insects used succesfully in applied biological control in many countries, including Mexico. This family contains more than 1 350 species at world level; 185 species are known in Mexico. In the last 15 years, aphelinids have been studied in the Mexican Republic, finding a lot of new records and also new taxa, including two new genera. Genus *Encarsia* Foerster has the largest quantity of species in all of the family and has major importance in biocontrol programs, especially for the control of scales or whiteflies; it is considered megadiverse —410 species in 2012. For example, 5 *Encarsia* species (*clypealis*, *divergens, merceti*, *perplexa*, *smithi*) were introduced into Mexico from tropical Asia to combat the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* Ashby; *E. perplexa* is the commoner in the orchards. Up until the end of 2013, 105 *Encarsia*

species were known in Mexico, 64 of which (61%) were described recently; they were collected in 25 of the 32 states. In the State of Tamaulipas (northeastern Mexico), the most sampled state, 54 *Encarsia* species are known, so many more species of this genus are expected to be found in the central, western and southern Mexican states. In the Biosphere Reserve "El Cielo" (Tamaulipas), 25 *Encarsia* species have been detected. 15 *Encarsia* species in Mexico are associated with citrus, ten species with guava, and 7 species with "guamuchil" *Pithecellobium dulce*; of the 25 species found in these plants, 10 are prospects for biological control of insect pests. Mexican fauna is a conglomerate of 105 species native of several zoogeographical regions; it can be characterized as typical fauna of the New World and as Neotropical, according to the predominance of species with southern distribution.

Introducción

Durante los últimos quince años se ha estudiado en México la fauna, biología y taxonomía de Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Esta familia es moderadamente grande, con cerca de 1 350 especies en 36 géneros a nivel mundial (Noyes, 2012). Parasitan predominantemente insectos del Orden Hemiptera (Aleyrodoidea y Coccoidea). Estos insectos pueden ser difíciles de controlar con insecticidas por tener una cubierta protectora y porque sus poblaciones se incrementan rápidamente. Históricamente, los hemípteros han sido controlados con eficiencia por enemigos naturales, incluyendo los Aphelinidae (Greathead, 1986). Los afelínidos prefieren como hospederos a las especies de las familias Diaspididae y Aleyrodidae; pocas especies atacan escamas suaves (fam. Coccidae), pulgones (fam. Aphididae), psílidos (fam. Psyllidae) y huevos de varios órdenes de insectos. Los machos son hiperparasitoides. Usualmente son parasitoides primarios (Polaszek, 1991; Woolley, 1997). Aphelinidae es cosmopolita, su mayor diversidad ocurre en áreas tropicales y subtropicales. En el año 2000 se conocían 74 especies en 9 géneros de Aphelinidae en México, mientras que para 2012 aumentó hasta 185 especies identificadas en 13 géneros (Myartseva *et al.*, 2012; Kim & Heraty, 2012).

Encarsia Förster es el género más diverso en la subfamilia

Coccophaginae y también en toda la familia. Además, tiene gran importancia económica en el control biológico de hemípteros plaga. Varias especies de *Encarsia* se han usado para controlar plagas, generalmente introducidas, pero algunas veces con identificación incorrecta. Por ejemplo, contra la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, fue introducido un complejo de parasitoides con 5 especies de *Encarsia*: *perplexa* (introducida como *opulenta*, en 1998 se demostró que era una nueva especie), *divergens*, *smithi*, *clypealis* y*merceti*; más tarde en México se descubrió una sexta especie, *Encarsia colima*. Estos parasitoides fueron introducidos desde Asia tropical y subtropical. Algunos autores han concentrado la información sobre la introducción de especies de *Encarsia* y su importancia en el control biológico en varios estados de México (Arredondo-Bernal & Rodríguez-del Bosque, 2008; Rodríguez-del Bosque & Arredondo-Bernal, 2012).

Encarsia clypealis está distribuida en India, Pakistán, Vietnam, Malasia y Filipinas; fue introducida a México, Estados Unidos (Florida, Texas) y Guam (Hayat, 1998; Noyes, 2002). Los hospederos conocidos de *E. clypealis* son *Aleurocanthus incertus* Silvestri, *A. spiniferus* Quaintance, *A. spinosus* Kuwana y *A. woglumi*. *E. clypealis* ha sido utilizada para el control de *A. spiniferus* y *A. woglumi*. En 1974, material colectado en campo y de cría en laboratorio de *E. clypealis*, junto con *E. perplexa*, fue introducido desde México hasta Texas (Hart, 1978). Las evaluaciones efectuadas en 1977-1982 indicaron una amplia distribución de *E. perplexa* pero no de *E. clypealis* (Summy *et al.*, 1983). Posteriormente, en el sur de Texas *E. perplexa* fue liberada periódicamente en la región citrícola para incrementar la eficacia del control biológico en huertas comerciales de cítricos (Meagher & French, 2004).

La autora principal ha colectado miles de parasitoides de la mosca prieta en los estados mexicanos de Tamaulipas, Sinaloa y Nuevo León, y en Texas, EU, durante la primera década del siglo XXI. Con base a la determinación taxonómica del material en laminillas, se encontraron dos especies: *Encarsia perplexa* y *Encarsia* sp., afín a *clypealis*. En opinión de los autores, es posible suponer que la especie de *Encarsia* conocida en Mexico como *E. clypealis* (Silvestri) sea realmente *E. colima* Myartseva. El área nativa de *E. colima* quizá es la región Oriental, de la cual fue traída a México como *E. clypealis* Silvestri. Desafortunadamente, ha sido imposible encontrar y examinar

muestras originales del material introducido a México hace más de 60 años.

Encarsia smithi fue introducida a los estados de Colima, Jalisco, Morelos, San Luis Potosí y Sinaloa, junto con las otras especies de *Encarsia*, para el control de la mosca prieta. Según datos publicados, esta especie fue desplazada por *E. clypealis* y *E. perplexa* (Clausen *et al.*, 1978). De acuerdo con dicha información, *E. smithi* no había sido obtenida de la mosca prieta en México. Sin embargo, en 2006, en el estado de Colima, la autora principal obtuvo hembras y machos de *E. smithi* que emergieron de *Aleurocanthus woglumi* en *Citrus aurantifolia*. Esta fue la primera confirmación documentada del establecimiento exitoso del parasitoide en México. Hasta el presente, no se tienen datos sobre la cría de las otras dos especies introducidas en México, *Encarsia divergens* y *E. merceti*. Los autores suponen que se pudieron haber establecido también en este país, pero no se ha efectuado una investigación especial acerca del establecimiento de esas especies introducidas, por lo que es posible que ambas se encuentran en México, como fue el caso de *E. smithi*.

Considerando las muestras de mosca prieta de los cítricos y según los datos publicados, actualmente *E. perplexa* está ampliamente distribuida en México y en otros países del Nuevo Mundo. El método de transferencia del parasitoide de una huerta de cítricos a otra para el control de la mosca prieta frecuentemente se utiliza en México; sin embargo, sólo hay una evidencia publicada recientemente de este tipo de transferencias exitosas (Varela *et al.*, 2007). *E. perplexa* es un enemigo natural común de la mosca prieta en los estados de Colima, Morelos, Jalisco, San Luis Potosí, Sinaloa, Nuevo León, Veracruz y Tamaulipas.

En años recientes, *Encarsia* se ha estudiado más ampliamente en algunos países. Como resultado, el número de especies de *Encarsia* (146 en 1980) aumentó a 410 en 2012 (Hayat, 2012; Noyes, 2013). Actualmente se conocen en México 105 especies, 64 de ellas (61%) fueron descritas en la última década (Myartseva *et al.*, 2012, 2013). En el Cuadro 1 se presenta la lista de especies de *Encarsia* y su distribución en 25 estados mexicanos.

CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE *ENCARSIA* EN MÉXICO.

1. *albata* Myartseva, 2013 – NL
2. *alacima* Myartseva & Evans, 2008 – TAM
3. *alaradoi* Myartseva & Evans, 2008 – SIN
4. *ameca* Myartseva, 2007 – JAL
5. *americana* (DeBach & Rose, 1981) – BCS, CHIS, COL, GRO, MOR,OAX, SLP,SIN,TAM, VER
6. *andrewi* (Myartseva & Coronado–Blanco, 2004) – QRO, TAM
7. *antennata* Myartseva, 2008 – CHIH
8. *arantii* (Howard, 1894) – BCS, JAL, TAM
9. *azteca* Myartseva, 2008 – TAM
10. *barracas* Myartseva, 2013 – BCS
11. *bimaculata* Heraty & Polaszek, 2000 – GRO
12. *brimblecombei* (Girault, 1933) – TAM
13. *cateracaco* Myartseva, 2007 – VER
14. *chichenitza* Myartseva, 2013 – YUC
15. *citrella* (Howard, 1908) – TAM
16. *citricola* Myartseva, 2007 – GTO
17. *citrina* (Craw, 1891)– CHIS, DF, GRO, JAL, MICH, NAY, SLP, SIN, TAB, TAM,VER, YUC
18. *clavata* Myartseva & González, 2008– CHIS, JAL
19. *clavulata* Myartseva, 2012 – NL
20. *cornalis* (Silvestri, 1928) – COL, JAL, MOR, SLP, TAM, VER
21. *colima* Myartseva, 2005 – COL, VER
22. *coquilletti* Howard, 1895 – JAL, SIN
23. *costaricensis* Evans & Angulo, 1996 – CHIS, DF, TAM
24. *cubensis* Gahan, 1931 – MEX
25. *divergens* (Silvestri, 1926) – COL, JAL, MOR, SLP, SIN
26. *dmitrii* Myartseva, 2007 – VER
27. *dominicana* Evans, 2002 – VER

olsielica Myartseva & Evans, 2008 – TAM

olenae Myartseva, 2013 – TAM

oscama Myartseva, 2008 – TAM

flaviceps Myartseva, 2007 – SLP, VER

florena Myartseva & Evans, 2008 – TAM

formosa Gahan, 1924 – BC, DF, GRO, JAL, TAM

funiculata Myartseva & Evans, 2008 – GRO

forsovi Myartseva, 2008 – TAM

guonae Myartseva & Evans, 2008 – TAM

guadeloupae Viggiani, 1987 – CHIS

guajavae Myartseva, 2007 – GRO, TAM

guamuchil Myartseva & Evans, 2008 – GRO, TAM

haitiensis Dozier, 1932 – TAB

hamoni Evans & Polaszek, 1998 – SIN, TAM

hispida De Santis, 1948 – GRO, SIN, TAB, TAM, YUC

juanae Myartseva & Evans, 2008 – MICH, TAM

inaron (Walker, 1839) – COL, MOR, TAM

kasparyani Myartseva & Evans, 2008 – DF, SLP

lacuna Myartseva & Evans, 2008 – GRO, QRO, TAM

lanecolata Evans & Polaszek, 1997 – DF

leucaenae Myartseva & Evans, 2008 – TAM

llera Myartseva & Evans, 2008 – TAM

llerica Myartseva, 2008 – TAM

longitarsis Myartseva, 2009 – SIN

lounsburyi (Berlese & Paoli, 1916) – MEX

lutecola Howard, 1895 – CHIS, COL, GRO, SIN, TAM

macula Myartseva & Evans, 2008 – CHIS, GRO, MOR, QRO, TAM,YUC

54. *madera* Myartseva, 2008 – TAM
55. *malconiae* Myartseva & Evans, 2008 – COAH, NL, TAM
56. *merveti* Silvestri, 1926 – COL, JAL, MOR, SLP
57. *meritoria* Gahan, 1927 – CHIS, JAL
58. *mexicana* Myartseva, 2007 – MICH, TAM
59. *mexicella* Myartseva, 2008 – TAM
60. *moctezumana* Myartseva & Evans, 2008 – TAM
61. *morula* Myartseva, 2010 – MOR
62. *navai* Gómez & García, 2000 – COAH
63. *nayarita* Myartseva, 2013 – NAY
64. *neoporteri* Myartseva & Evans, 2008 – SIN, TAB
65. *nigricephala* Dozier, 1937 – DF, MOR, SIN, TAB, TAM
66. *novasi* (Hayat, 1983) – GTO, JAL, QR, SLP, TAM, YUC
67. *parvitrella* Evans & Polaszek, 1997 – MOR, QRO
68. *perpendiella* Howard, 1907 – COAH, COL, DF, GRO, MOR, QR, SIN, SON, TAB, TAM
69. *perniciosi* (Tower, 1913) – CHIH, COAH, NL, PUE, TAM, VER
70. *perplexa* Huang & Polaszek, 1998 – CHIS, COL, JAL, MOR, NL, SLP, SIN, TAB, TAM, YUC
71. *pinella* Myartseva, 2001 – TAM
72. *pinoi* Myartseva & Evans, 2008 – TAM
73. *pitilla* Myartseva & Evans, 2008 – TAM
74. *portoricensis* Howard, 1907 – MEX
75. *protransvena* Viggiani, 1985 – MOR, SIN
76. *pseudocitrella* Evans & Polaszek, 1997 – QRO
77. *quaintancei* Howard, 1907 – DF, QR, SIN, YUC
78. *reisi* Myartseva & Evans, 2008 – TAM
79. *santaelenae* Myartseva, 2013 – TAM

80.

setata Myartseva, 2012 – MICH

81.

smithi (Silvestri, 1928) – COL, JAL, MOR, SLP, SIN

82.

sophia (Girault & Dodd, 1915) – SIN, TAB

83.

subelongata Myartseva & Evans, 2008 – SLP, TAM

84.

superba Myartseva, 2008 – TAM

85.

tabacivora Viggiani, 1985 – DF, GRO, JAL, MOR, QR, SIN, TAB

86.

tamaulipeca (Myartseva & Coronado–Blanco, 2002) – TAM

87.

tapachula Myartseva, 2007 – CHIS, TAM

88.

tarsalis Myartseva, 2008 – CHIS

89.

terebrella Myartseva, 2007 – TAM

90.

tetraleurodis Myartseva & Evans, 2008 – GRO, MOR, TAM

91.

titillata Girault, 1926 – TAM

92.

townsendi Howard, 1907 – TAB

93.

trialeurodis Myartseva, 2008 – TAM

94.

trilineata Myartseva, 2007 – DF, VER

95.

turcpan Myartseva & Evans, 2008 – VER

96.

tuntla Myartseva, 2007 – CHIS, VER

97.

unicitrella Evans & Polaszek, 1997 – GRO

98.

unicetae Myartseva & Evans, 2008 – TAM

99.

variegata Howard, 1908 – CHIS, GTO, GRO, NL, SLP, TAM

100.

verticina Myartseva & Gonzalez, 2008 – CHIS

101.

vladimiri Myartseva, 2013 – MICH

102.

woolleyi Myartseva & Evans, 2008 – GRO

103.

xilitla Myartseva, 2012 – SLP

104.

yunika Myartseva, 2012 – TAB

105.

Debido a que el estudio de *Encarsia* se ha realizado principalmente en Tamaulipas, su fauna se conoce más ahí que en otros estados: 54 especies en Tamaulipas, mientras que de 15 a 18 especies se han reportado en Sinaloa, Guerrero y Morelos; de 10 a 14 en Jalisco, Chiapas, Colima, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco y el Distrito Federal; de 5 a 9 en Nuevo León, Querétaro, Yucatán y Michoacán; y sólo de 1 a 4 especies en los demás estados (Cuadro 2). Estos datos indican que se puede esperar un considerable aumento en la diversidad de *Encarsia* en la República Mexicana.

Con base en los parasitoides emergidos en laboratorio en la UAT, se han detectado muchas relaciones huésped-parasitoide. Estos datos sobre los hospederos y parte de sus enemigos naturales pueden tener gran importancia como base científica y taxonómica en el desarrollo de proyectos de control biológico y para el estudio de la biología de agentes de control biológico de plagas en las familias Aleyrodidae y Diaspididae. El Cuadro 3 enlista los parasitoides de diversos Hemiptera en agroecosistemas y en ecosistemas naturales.

CUADRO 2. NÚMERO DE ESPECIES DE *ENCARSIA* DISTRIBUIDAS POR ESTADOS EN MÉXICO.

ESTADOS	NÚMERO DE ESPECIES
Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sonora	1-4
Michoacán, Nuevo León, Querétaro, Yucatán	5-9
Chiapas, Colima, DF, Jalisco, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz	10-14
Guerrero, Morelos, Sinaloa	15-18
Tamaulipas	>50

La distribución de los parasitoides depende de la situación de sus hospederos en las plantas en las que se alimentan. Los autores estudiaron las asociaciones de las especies de *Encarsia* con algunas plagas de los cítricos y de algunos otros frutales (Cuadro 4). Se encontró que muchas especies de *Encarsia* en México están asociadas con flora específica: 15 especies se asocian con cítricos; con guayabo *Psidium guajava*, 10 especies; y con guamúchil *Pithecellobium dulce*, 7 especies. De las 25 especies de *Encarsia* reportadas en tales plantas, 10 son prospectos para el control biológico de plagas.

Las especies de *Encarsia* comunes en ecosistemas naturales y en zonas urbanas son 13, estando presentes el 25.5% en ambientes naturales y 30% en los urbanos (Myartseva *et al.*, 2012). En la Reserva "El Cielo" de Tamaulipas se han encontrado 40 especies de Aphelinidae, incluyendo 28 especies de *Encarsia* (Ruíz-Cancino *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Hospederos (Hemiptera) y sus parasitoides del género *Encarsia* en México.

Hospederos (Hemiptera)	*Encarsia*
Diaspididae	
Abgrallaspis aguacatae Evans, Watson & Miller	*Encarsia* sp.
Abgrallaspis cyanophylli (Signoret)	*Encarsia* sp.
Aonidiella agavis (Townsend & Cockerell)	*Encarsia* sp.
Aonidiella citrina (Coquillett)	*Encarsia* sp.
Chrysomphalus aonidum (L.)	*Encarsia* sp.
Diaspidiotus perniciosus (Comstock)	*Encarsia* sp.
Diaspis echinocacti (Bouché)	*Encarsia* sp.
Hemiberlesia lataniae (Signoret)	*Encarsia* sp.
Hemiberlesia rapax (Comstock)	*Encarsia* sp.
Lepidosaphes beckii (Newman)	*Encarsia* sp.
Pinnaspis strachani (Cooley)	*Encarsia* sp.
Unaspis citri (Comstock)	*Encarsia* sp.
Diaspidiotus, Hemiberlesia, Lepidosaphes, Pinnaspis, Unaspis	*Encarsia* sp.
Aleyrodidae	
Aleurocanthus woglumi Ashby	*Encarsia* sp.
Aleurodicus cocois (Curtis)	*Encarsia* sp.
Aleurodicus dugesii Cockerell	*Encarsia* sp.
Aleurodicus spp.	*Encarsia* sp.
Aleurothrixus floccosus (Maskell)	*Encarsia* sp.
Aleurothrixus howardi (Quaintance & Baker)	*Encarsia* sp.
Bemisia tabaci (Gennadius)	*Encarsia* sp.
Dialeurodes spp.	*Encarsia* sp.
Paraleyrodes spp.	*Encarsia* sp.
Tetraleurodes perseae Nakahara	*Encarsia* sp.
Trialeurodes spp.	*Encarsia* sp.

Trialeurodes abutiloneus (Haldeman)
Trialeurodes floridensis (Haliday)
Trialeurodes vaporariorum (Westwood)
Trialeurodes [illegible] *nigricephala, pergandiella, quaintancei, tabacivora, trialeurodis, trilineata*
Trialeurodes [illegible] (Quaintance)
Trialeurodes [illegible] *hispida, luteola, nigricephala, pergandiella, quaintancei, sophia, tabacivora*
Aleyrodidae (género, [illegible] *costaricensis, cubensis, dmitrii, flaviceps, florena, funiculata, guadeloupae, guamuchil, hamoni, kasparyani, lacuma, luteola, macula, madera, mahoniae, mexicana, mexicella, nigricephala, noyesi, pergandiella, pseudocitrella, ruizi, superba, trilineata, terebrella, tuxpan, tuxtla, unicitrella, variegata, woolleyi*

Encarsia presenta distribución cosmopolita. Evans (2007) caracterizó la distribución de los parasitoides de Aleyrodidae: de 175 especies, la mayoría está distribuida en la Región Neotropical (59), en la Oriental (54) y en la Paleártica Occidental (53) mientras que en la Región Neártica sólo se han registrado 29 especies.

La fauna Mexicana representa una conglomeración de 105 especies nativas de varias regiones geográficas del mundo, aunque puede ser caracterizada geográficamente como una fauna típica del Nuevo Mundo y como Neotropical, de acuerdo con la predominancia de especies con distribución meridional (75% de las especies) (Myartseva & Evans, 2008). Las especies polífagas de *Encarsia* generalmente son cosmopolitas*: aurantii, citrina, formosa, lounsburyi* y *sophia*, mientras que en el hemisferio sur se distribuyen *pergandiella, protransvena* y *variegata* (ver Cuadro 5).

Cuadro 4. Especies de *Encarsia* parasitoides de hemípteros plaga en cítricos y en otros frutales (excluyendo especies introducidas) en México.

Especies	Posibilidad de *Encarsia*
americana	+
aurantii	+
citrella	+
citricola	+
citrina	+
colima	+
elongata	+
formosa	+
funiculata	+

guadeloupae	+
guajavae	+
guamuchil	+
inaron	+
lacuma	+
llera	+
llerica	+
mexicana	+
pergandiella	+
pitilla	+
superbum	+
tamaulipeca	+
tapachula	+
terebrella	+
tetraleurodis	+
variegata	+
25 especies	170

Tal como muestra el análisis de los datos de México, las investigaciones de los autores permitieron aumentar el conocimiento de la diversidad de Aphelinidae de 74 a 185 especies en el período 2001-2013, es decir, cerca de 2.5 veces más, mientras que el de *Encarsia* aumentó en 75 especies, de 30 a 105, es decir, 3.5 veces. Sin embargo, se esperan nuevos descubrimientos de especies en este género megadiverso durante la continuación de las investigaciones entomológicas en la República Mexicana, especialmente en los estados del sur.

Cuadro 5. Especies polífagas de *Encarsia* en México (según Noyes, 2013).

	NÚMERO DE ESPECIES HOSPEDEROS EN MÉXICO	NÚMERO DE ESPECIES HOSPEDEROS EN EL MUNDO
Aurantii	32	33
Citrina	66	66
Formosa	17	17
hispida	21	21
Inaron	14	14
Lounsburyi	17	17
Luteola	15	15

Nigricephala	130
Pergandiella	147
Protransvena	125
Sophia	114
Variegata	121

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Vicente E. Carapia Ruíz (Universidad Autónoma del Estado de Morelos), por la identificación de algunas mosquitas blancas. Al Dr. I. A. Gavrilov-Zimin (Zoological Institute, Russian Academy of Sciences), por la identificación de algunos Hemiptera. A los doctores Jacinto Treviño Carreón y Arturo Mora Olivo (Universidad Autónoma de Tamaulipas), por la identificación de varias plantas. Al Proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos" de la Red de CA de PROMEP, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, y a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por su apoyo para la realización de las investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Arredondo Bernal, H. C. & L. A. Rodríguez del Bosque (Eds.). 2008. Casos de Control Biológico en México. Mundi Prensa México, S.A. de C.V., México. 423 pp.

Clausen, C. P. (Ed.). 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. USDA-ARS Agricultural Handbook No. 480.

Evans, G. A. 2007. Parasitoids (Hymenoptera) associated with whiteflies (Aleyrodidae) of the world. Computer version 070202, February 2, 2007, 102 pp.

Greathead, D. 1986. Parasitoids in classical biological control. Pp. 289-318. En: Insect parasitoids. Waage, J. & D. Greathead (eds.). Academic Press, London.

Hart, W. G. 1978. Some biological control successes in the southern United States. Proceedings of the Internacional Society of Citriculture, 3:154-156.

Hayat, M. 1998. Aphelinidae of India (Hymenoptera: Chalcidoidea): a taxonomic revision. Memoirs on Entomology, International. Associated Publishers, Gainesville, Florida, EE. UU., 13:1-416.

Hayat, M. 2012. Additions to the Indian Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) – III: The genus *Encarsia* Förster. Oriental Insects, 45(2-3):202-274.

Kim, J. W. & J. Heraty. 2012. A phylogenetic analysis of the genera of Aphelininae (Hymenoptera: Aphelinidae), with a generic key and descriptions of new taxa. Systematic Entomology, 37:497-549.

Meagher, R. L. & J. V. French. 2004. Augmentation of parasitoids for biological control of citrus blackfly in Southern Texas. Florida Entomologist, 87(2):186-193.

Myartseva, S. N. & G. A. Evans. 2008. Genus *Encarsia* Förster of Mexico (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae). A revision, key and description of new species. Serie Avispas Parasíticas de Plagas y Otros Insectos, 3. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, México. 320 pp.

Myartseva, S. N., E. Ruíz-Cancino & J. M. Coronado-Blanco. 2012. Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y claves. Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos No. 8. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. 413 pp. Publicación en CD.

Myartseva, S. N., E. Ruíz-Cancino & J. M. Coronado-Blanco. 2013. Four new species of Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from Mexico. Zootaxa, 3641(3):223-232.

Noyes, J. S. 2002. Interactive Catalogue of World Chalcidoidea 2001. Taxapad 2002. Vancouver, Canada. CD.

Noyes, J. S. 2012. An inordinate fondness of beetles, but seemingly even more fond of microhymenoptera! Hamuli. The Newsletter of the International Society of Hymenopterists, 3(2):5-8.

Noyes, J. S. 2013. Universal Chalcidoidea Database [online]. Worldwide Web electronic publication, www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html. (last updated: October 2013).

Polaszek, A. 1991. Egg parasitism in Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with special reference to *Centrodora* and *Encarsia* species. Bulletin of Entomological Research, 81:97-106.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. & H. C. Arredondo-Bernal. 2012. Bibliografía sobre control biológico en México hasta 2005. (es.convdocs.org/docs/index-15644.html), 57 pp.

Ruíz-Cancino, E., D. R. Kasparyan, J. M. Coronado Blanco, S. N. Myartseva, V. A. Trjapitzin, S. G. Hernández Aguilar & J. García Jiménez. 2010. Himenópteros de la Reserva "El Cielo", Tamaulipas, México. Dugesiana, 17(1):53-71.

Summy, K. R., F. E. Gilstrap, W. G. Hart, J. M. Caballero & I. Saenz. 1983. Biological control of citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) in Texas. Environmental Entomology, 12:782-786.

Varela-Fuentes, S. E., G. L. Silva-Aguirre & S. N. Myartseva. 2007. Manual para el Manejo de la Mosca Prieta de los cítricos y sus parasitoides en el Noreste de México y la Región Huasteca. UAM Agronomía y Ciencias – UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 91 p.

Woolley, J. B. 1997. Aphelinidae. Pp. 134-150. En: Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Gibson, G. A. P., Huber, J. T. & Woolley, J. B. (Eds.). NRC Research Press, Ottawa, Canada.

AVANCES EN EL ESTUDIO DE PIMPLINAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

ADVANCES IN THE STUDY OF PIMPLINAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) FROM THE STATE OF MORELOS, MEXICO

Enrique Ruíz-Cancino[1], Andrey Ivanovich Khalaim[1,2], Dmitri Rafaelevich Kasparyan[2], Juana María Coronado-Blanco[1], Víctor Hugo Toledo-Hernández[3], Alejandro Flores-Palacios[3], Guadalupe Peña-Chora[4], Gonzalo Guevara-Guerrero[5] & Jesús García-Jiménez[5].

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [2]Instituto Zoológico, Academia de Ciencias de Rusia, 199304 San Petersburgo, Rusia. [3]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México. [4]Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62210 Cuernavaca, Morelos, México. [5]Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil 1301, 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

ABSTRACT

Ichneumonids are parasitoid wasps attacking insects. Some groups can parasitize spiders, pseudoscorpions and spider ovisacs. They are an important component of the insect fauna, especially in humid tropical or temperate forests. Up until the end of 2013, 28 subfamilies, 343 genera and 1,291 species of Ichneumonidae were recorded in Mexico, estimating that these numbers are only one fourth of the total. 10 genera and 23 species of the subfamily Pimplinae were recorded in the state of Morelos. 3 new species, one from *Calliephialtes* and two from *Neotheronia* (in process of description) were found in that Mexican state. However, knowing Morelos is located in central Mexico and has different types of vegetation and crops, with low and high altitudes, the number of species and genera could be doubled, considering the distribution of the species and genera present in other Mexican states.

Introducción

Los ichneumónidos son avispas benéficas que se desarrollan como parasitoides de otros insectos y algunas especies de arañas o de pseudoescorpiones, son un componente conspicuo de la fauna insectil, especialmente en bosques y selvas tropicales o templadas húmedas; algunas especies se han utilizado con éxito en el control biológico de insectos plaga en bosques, y en frutales de zonas templadas.

Los pimplinos forman uno de los grupos más vistosos de la familia ya que incluyen especies negras, amarillas, anaranjadas o azules, de tamaño mediano o grande, generalmente, que se colectan más en sitios sombreados en diversos tipos de bosques y selvas. Algunas especies despiden un olor penetrante al capturarlas manualmente o en las redes.

En México, Ruíz *et al.* (2014) reportan 28 subfamilias, 343 géneros y 1 291 especies de Ichneumonidae en la República Mexicana, estimando que sólo se conoce la cuarta parte de la diversidad de la familia en el país. Townes y Townes (1966) registraron especies en Morelos, incluyendo solamente dos pimplinos: *Zatypota anomala* (Holmgren) (como *Sinarachna*) y *Pimpla punicipes* Cresson (como *Coccygomimus*). Ruíz (1988) colectó en Morelos representantes de 5 géneros de Ichneumonidae, incluyendo a *Pimpla*. Ramírez *et al.* (1989) reportaron para el norte de Morelos 15 subfamilias y 57 géneros, incluyendo 6 géneros de Pimplinae. Por su parte, Ruíz *et al.* (1992) habían reportado la presencia de 50 géneros y 13 subfamilias de Ichneumonidae para dicha entidad. Flores (1994) reportó 14 subfamilias y 61 géneros de Ichneumonidae para Morelos, incluyendo 6 de pimplinos. Por su parte, Ruíz *et al.* (2009) reportaron 12 subfamilias, 47 géneros y 69 especies de Ichneumonidae presentes en selvas y bosques de Morelos, incluyendo 4 géneros y 7 especies de Pimplinae, cinco de ellas identificadas: *Dolichomitus irritator* Fabricius, *Neotheronia lineata* Fabricius, *Neotheronia rosai* Gauld, *Pimpla croceipes* Cresson y *Pimpla punicipes* Cresson.

La subfamilia Pimplinae en Morelos

Se han reportado 10 géneros y 23 especies de Pimplinae de Morelos

(Cuadro 1), incluyendo 3 especies nuevas (una de *Calliephialtes* y dos de *Neotheronia*). La distribución de las especies se consultó en Yu *et al.* (2012), se anota la del género en los casos en que la especie no ha sido determinada. 2 de las especies se encuentran también en Canadá y Estados Unidos, 7 con países de Centroamérica, 3 con países de Sudamérica y solamente una se reporta también de Europa y del Cercano Oriente. El número de localidades muestreadas es pequeño, por lo que se espera obtener muchos más representantes de esta subfamilia en otras zonas de Morelos.

Cuadro 1. Pimplinae del Estado de Morelos, México.

Taxón / Distribución / Localidad y fecha de colecta
Ephialtini
[illegible] Argentina, Cuba
[illegible] sp. Cuernavaca
[illegible] Argentina, Cuba, Puerto Rico, Hawaii
[illegible] Agua Hedionda, Cuautla
[illegible] Amilcingo, Jantetelco
[illegible] Costa Rica
[illegible] Europa, Asia, Nva Zelanda
[illegible]
[illegible] Cuautla
[illegible] Europa, Israel, Turquía
Pimplini
[illegible] *Neotheronia* n. sp. 1
[illegible] (Fabricius, 1804)
Santa Inés, Cuautla
[illegible] Cuautla
[illegible] (Cresson, 1874)
El Limón, Tepalcingo
[illegible] (Cresson, 1874)
[illegible] Gauld, 1991
[illegible] El Tepozteco, Tepoztlán
El Limón, Tepalcingo
[illegible] Argentina, África
[illegible] Cuautla
[illegible] Kasparyan & Niño, 2004
Parque Nacional El Tepozteco, Tepoztlán
[illegible] Panamá, Venezuela
[illegible] Cresson, 1874
[illegible] Costa Rica
[illegible] Juárez
[illegible] Río
[illegible]
[illegible] Cuautla

Ticumán, Tlaltizapán	15-III-1995
Ayala, Anenecuilco	10-III-1992
20 km E SE Cuautla, Amilcingo	17-XI-1991
Puxtla, Cuautla	16-I-1992
30 km Tlaquiltenango, Huaxtla	12-XII-2000
Pimpla sanguinipes Cresson, 1872	[illegible]
Yautepec de Zaragoza	2-X-1991
[illegible] Morley, 1914	[illegible]
[illegible], Cuautla	[illegible]
Cuautlixco, Cuautla	10-XII-1991
Santa Inés, Cuautla	15-XII-1991
Cinco de Febrero, Cuautla	19-I-1992
Agua Hedionda, Cuautla	25-I-1992
Otilio Montaño, Cuautla	7-II-1992
Anenecuilco, Ciudad Ayala	10-III-1992
Ciudad Ayala	27-III-1992
Coahuixtla, Ciudad Ayala	15-IV-1992
Jantetelco	15-VI-1992
Año de Juárez, Cuautla	15-VII-1992

Datos sobre los géneros de Pimplinae en Morelos (según Yu *et al.*, 2012) Tribu Ephialtini

Acrotaphus.- Género descrito por Townes en 1960. Se distribuye en las regiones Neártica y Neotropical, desde Canadá hasta Argentina y Cuba. Son avispas ectoparasitoides de arañas que emergen del adulto; son atraídas a la luz.

Calliephialtes.- Descrito por Ashmead en 1900. Se encuentra en las regiones Neártica, Neotropical y Oceánica, desde Canadá hasta Argentina y Chile, además de Cuba y Puerto Rico. Son parasitoides de lepidópteros y coleópteros. Adquieren importancia al ser propuestos para el control biológico de *Acrobasis nuxvorella* y de *Cydia caryana*, plagas del nogal pecanero. Los adultos se alimentan en *Salix exigua*.

Dolichomitus.- Género descrito por Smith en 1877. Se localiza en las regiones Holártica, Oriental y Neotropical, desde Canadá hasta Brasil, en Cuba, en Europa y Asia. Parasitan diversas especies de coleópteros y lepidópteros que se alimentan en 24 familias de plantas. Se ha probado para el control de la palomilla del manzano *Cydia pomonella*.

Liotryphon.- Descrito por Ashmead en 1900. Se reporta en las regiones Holártica, Oriental y Neotropical, desde Canadá hasta México, en Europa, Asia y Nueva Zelanda. Son parasitoides de coleópteros, lepidópteros e himenópteros. Se han probado para el

control biológico de la palomilla del manzano *Cydia pomonella* y de la palomilla oriental de la fruta *Grapholita molesta*.

Scambus.- Género descrito por Hartig en 1838. Se distribuye en las regiones Holártica, Oriental y Neotropical, desde Canadá y Groenlandia hasta Argentina, así como en Europa, Asia y Norte de África. Parasitan dípteros, coleópteros e himenópteros, incluso a otros Ichneumonidae. Algunos son atraídos a la luz. Se han liberado para el control biológico de *Amyelois transitella*, *Heterarthrus nemoratus* o de *Rhyacionia buoliana*.

Zaglyptus.- Descrito por Foerster en 1869. Su distribución es casi cosmopolita, en América desde Canadá hasta Brasil y Cuba, así como en Europa, África, Asia y Australia. Ovipositan en ovisacos de arañas, son considerados ectoparasitoides. Los adultos son atraídos a lámparas en la noche.

Zatypota.- Género descrito por Foerster en 1869. Su distribución es casi cosmopolita, desde Canadá hasta Brasil y Cuba, además de Europa, África, Asia y Australia. Son ectoparasitoides de arañas. Las avispas adultas son atraídas a las lámparas nocturnas.

TRIBU PIMPLINI *Itoplectis*.- Género descrito por Foerster en 1869. Con distribución casi cosmopolita, desde Canadá hasta Argentina y Chile, además de Europa, África y Asia. Parasitan lepidópteros, dípteros, coleópteros e himenópteros, inclusive a otros Ichneumonidae. A su vez, son parasitados por otros ichneumónidos y calcidoideos.

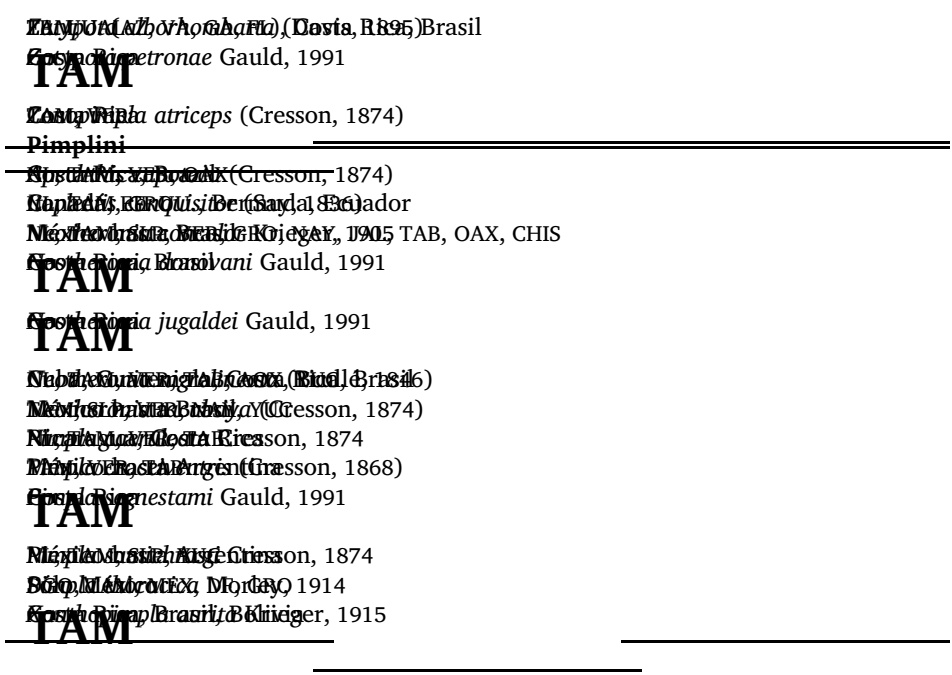
Neotheronia.- Descrito por Krieger en 1899. Se encuentra en las regiones Neártica, Neotropical y Afrotropical, desde Estados Unidos hasta Argentina y en las Antillas, también en África. Son endoparasitoides de lepidópteros e himenópteros, incluyendo a otros ichneumónidos. Los adultos se pueden alimentar en la chaca *Bursera simaruba*.

Pimpla.- Descrito por Fabricius en 1804. Su distribución es casi cosmopolita, desde Canadá hasta Argentina y Chile, en Cuba y Puerto Rico, en Europa, África, Asia y Papúa Nueva Guinea. Atacan lepidópteros y coleópteros, además de algunos himenópteros y arañas. Son atacados por algunos patógenos como *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Escherichia coli* y *Beauveria bassiana*.

Sin embargo, en Tamaulipas, entidad situada en el noreste del país que ha sido la más estudiada pero con un clima más seco, se reportan 64 especies de Pimplinae, algunas de ellas con distribución neártica pero muchas de las demás (37) podrían estar presentes en Morelos, por encontrarse en otros estados de la República Mexicana, en Centroamérica y Sudamérica (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de Pimplinae registradas en Tamaulipas que podrían encontrarse en Morelos.

Tribu y especie	Distribución en México	En otros países
Ephialtini		
Acrotaphus tibialis (Cameron, 1886)	TAM, VER (TX)	[illegible]
Anastelgis [illegible]*marini* Gauld, 1991	TAM, CHIS	Costa Rica
Calliephialtes sittenfeldae Gauld, Ugalde & Hanson, 1998	TAM, PUE	Costa Rica
Clydonium quintanillai Gauld, 1991	NL, TAM, PUE	Costa Rica
Clistopyga calixtoi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Clistopyga fernandezi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Clistopyga henryi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Dolichomitus annulicornis (Cameron, 1886)	TAM, DF	América Central, Colombia, Brasil
Dreisbachia [illegible] Gauld, 2000	TAM	Costa Rica, Panamá
[illegible] *navajo* Townes, 1960	TAM	EE. UU. (AZ), Honduras
Eruga [illegible]*ussi* Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Iseropus hylesiae Kasparyan, 2006	TAM, TLAX	
Polysphincta gutfreundi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Polysphincta purcelli Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Scambus masseyi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Scambus espinozai Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Tromatobia blancoi Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Tromatobia notator (Fabricius, 1804)	TAM	EE. UU. (NC, GA, FL), Cuba, Puerto Rico, Costa Rica
Zaglyptus pictilis Townes, 1960	TAM, VER	EE. UU. (FL), Cuba, Costa Rica
Zaglyptus romeroae Gauld, 1991	TAM	Costa Rica
Zaglyptus [illegible] (Marshall, 1892)	TAM, VER, [illegible]	México, Brasil



El estudio de los ichneumónidos, y de los pimplinos en particular, es relevante por su papel en la regulación de poblaciones de insectos y arañas, además de su importancia económica en el control biológico de plagas. Se estima que se conoce cuando mucho la mitad de los géneros y de las especies de Pimplinae del estado de Morelos, por lo que subsecuentes trabajos permitirán conocer su diversidad en los variados tipos de vegetación de este bello estado.

Agradecimientos

Al Proyecto “Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos” de la Red de CA de PROMEP, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, a la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos por su apoyo para la realización de las investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA Flores, C. J. 1994. Ichneumonidae (Hymenoptera) de tres municipios del Estado de Morelos, México, Tesis de Licenciatura. UAEM-Xalostoc. México. 108 p.

Ramírez, A. S., A. Equihua M. & E. Ruíz C. 1989. Ichneumónidos (Hymenoptera: Ichneumonidae) del norte del Estado de Morelos. Cuadernos de Investigación UANL, 14:10-15.

Ruíz-Cancino, E. 1988. Ichneumonidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, Nuevo León y otros estados de la República Mexicana. Tesis D.C. ITESM. México. 66 p.

Ruíz, C. E., G. Peña-C. & A. Burgos-S. 1992. Contribución al conocimiento de los ichneumónidos (Hymenoptera) del Estado de Morelos, México. Universidad: Ciencia y Tecnología, 2(2):61-66.

Ruíz-C., E., V. H. Toledo H., A. M. Corona L., J. M. Coronado B., A. I. Khalaim y E. Tovar S. 2009. Ichneumonidae (Hymenoptera) en selvas y bosques del Estado de Morelos, México. Memoria del XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal. México. Pp. 95-100.

Ruíz-C., E., D. R. Kasparyan, A. González-M., A. I. Khalaim & J. M. Coronado-B. 2014. Diversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85:S385—S391.

Townes, H. K. & M. Townes. 1966. A catalog and reclassification of the Neotropic Ichneumonidae. Memoir of the American Entomological Institute, 8:1-366.

Yu, D. S., C. Van Achterberg & K. Horstmann. 2012. World Ichneumonoidea. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad. Canada. USB.

DORYCTINAE (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) DE LA SIERRA DE HUAUTLA Y OTRAS LOCALIDADES DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

DORYCTINAE (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) FROM "SIERRA DE HUAUTLA" AND OTHER LOCALITIES FROM THE STATE OF MORELOS, MEXICO

Juana María Coronado-Blanco[1], Serguei Alexandrovich Belokobylskij[2], Enrique Ruíz-Cancino[1], Víctor Hugo Toledo-Hernández[3], Angélica María Corona-López[3] & Jesús García-Jiménez[4].

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [2]Instituto Zoológico, Academia de Ciencias de Rusia, 199304 San Petersburgo, Rusia. [3]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México. [4]Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil 1301, 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

ABSTRACT

Braconids are wasps, parasitoid of other insects. They have a great importance in natural control of insect populations. Moreover, they have been used successfully in different biological control programs of pests at world level. A total of 704 species of Braconidae have been registered in the Mexican territory, belonging to 318 genera and 35 subfamilies. In the state of Morelos, 98 genera and 71 species had been recorded. Doryctinae material from the Insects Museum (UAT) and from Insect Collection (CIUM), (CIByC, UAEM) was studied, especially from Sierra de Huautla, and some from other localities of the state of Morelos, Mexico. In the present study, 10 Doryctinae genera (*Callihormius*, *Doryctinus, Glyptocolastes, Heterospilus, Janzenia, Leluthia, Odontobracon, Parallorhogas, Rhaconotus* and *Stenocorse*) and one species, (*S. bruchivora*, Crawford), have been determined. The genera *Callihormius*, *Glyptocolastes*, *Janzenia* and *Parallorhogas* are New Records for Morelos. Then, 102 genera of Braconidae are known in

that Mexican State.

Introducción

Los bracónidos son avispas parasitoides de otros insectos con gran importancia en el control natural de poblaciones. Además, se han utilizado con éxito en diversos programas de control biológico de plagas a nivel mundial.

A la fecha se han registrado un total de 704 especies descritas de Braconidae para el territorio mexicano, pertenecientes a 318 géneros y 35 subfamilias. En el Estado de Morelos se han registrado 98 géneros y 71 especies (Coronado & Zaldívar, 2014).

Marsh (1968) registró de Cuernavaca, Morelos y de Estados Unidos (EUA) a *Doryctinus secundus* Muesebeck & Walkley [como *Acrophasmus secundus* (Muesebeck & Walkley)]. El mismo autor designa a 2 hembras y 3 machos colectados en Puente de Ixtla como paratipos de la especie *Whartonius curculiophagus* (Marsh, 1993).

Por su parte, Peña y Ruíz (1993) colectaron con red de golpeo en 10 municipios de Morelos, sin indicar nombres, especímenes pertenecientes a 14 subfamilias y 39 géneros, entre los cuales citan a *Acrophasmus* (hoy *Doryctinus*), *Heterospilus, Odontobracon* y *Ontsira*.

Figueroa *et al.* (2002) publicaron el "Estudio genérico de Braconidae en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos", donde enlistan 22 subfamilias y 70 géneros, de los cuales 8 son doryctinos: *Acrophasmus* (hoy *Doryctinus*), *Coiba, Ecphylus, Hecabolus, Heterospilus, Leluthia, Rhaconotus* y *Stenocorse*. Posteriormente, López *et al.* (2003) registran a *Stenocorse bruchivora* (Crawford) de la Sierra de Huautla y de Cuernavaca y algunas notas sobre su distribución en México.

González *et al.* (2003) reportaron 84 géneros de Braconidae para el Estado de Morelos, incluyendo *Acanthorhogas*, *Ecphylus*, *Heterospilus*, *Leluthia*, *Odontobracon* y *Stenocorse* de la subfamilia Doryctinae. A nivel de especie, López *et al.* (2010) mencionan que en Morelos se han registrado 65 especies de bracónidos de 15 subfamilias, de las cuales 3 pertenecen a Doryctinae: *Doryctinus secundus* (como *Acrophasmus secundus*) (Muesebeck & Walkley), *Whartonius curculiophagus* (Marsh) y *Stenocorse bruchivora* (Crawford), ésta última colectada en la zona de

la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

Según los datos anteriores, se han registrado para Morelos 11 géneros de la subfamilia Doryctinae: *Acanthorhogas, Coiba, Doryctinus, Ecphylus, Heterospilus, Leluthia, Odontobracon, Ontsira, Rhaconotus, Stenocorse* y *Whartonius,* y 3 especies: *Doryctinus secundus, Stenocorse bruchivora* y *Whartonius curculiophagus*. Coronado y Zaldívar (2014) citan que en el país se han reportado 63 géneros de Doryctinae (de los cuales, para 22 no se han determinado las especies) y 110 especies, por lo que en Morelos sólo se ha colectado el 17% de los géneros; es necesaria la determinación a nivel de especie.

En las colectas de la Sierra de Huautla, los muestreos se realizaron redeando en la vegetación herbácea y con trampa de luz entre finales del 2008 y 2013. El material fue montado en alfileres entomológicos y etiquetado con el programa EntoPrint. Otro material examinado fue obtenido de especímenes colectados en diversas localidades del estado de Morelos presentes en el Museo de Insectos (MIFA) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT. A nivel de subfamilia se usaron las claves de Sharkey (1997) y a nivel de género las de Marsh (1993, 2002).

A continuación se presenta la relación de géneros colectados con su clasificación válida, material examinado (número de espécimenes, entre paréntesis), distribución en México y distribución mundial (en orden alfabético), así como las regiones zoogeográficas en las que se ha colectado.

1**. *Callihormius* Ashmead,** 1900 **(Hecabolini: Stenocorsina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango,** 2 **km N Huaxtla,** 18**.**3908040˚ **N** 99**.**04836˚ **W, Alt.** 1142 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 13**-**XI**-**2009**, Campos, Reza, Martínez (**1**).**

Nota: el espécimen corresponde a una nueva especie, la cual se encuentra en proceso de descripción.

Distribución en México: BC (Marsh, 1966); YUC (Cauich *et al.*, 2012), **MOR** (Tlaquiltenango – Nuevo registro para el Estado).

Distribución mundial: Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, India, México (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Neártica, Neotropical, Oriental (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 10 especies a nivel mundial, sólo una reportada para México: *C. bajaensis* Marsh (Yu *et al.*, 2012), posteriormente

C. careosulcus Marsh, *C. janzeni* Marsh y *C. shawi* Marsh fueron registradas para Yucatán por Cauich *et al.* (2012), las 4 especies son enlistadas en Coronado (2013).

2. ***Doryctinus*** **Roman,** 1910 **(Hecabolini: Stenocorsina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla.** 18.37917° **N,** 99.045581° **W. Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz.** 30-III-2009**. V.H. Toledo (**1**).**

Distribución en México: CHIS, TAB (Martínez, 1999); GTO, MICH, **MOR** (Cuernavaca – *D. secundus*), NL, OAX, YUC (todos como *Acrophasmus*) en González *et al.* (2003); TAM (Coronado, 2011).

Distribución mundial: Brasil, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, Honduras, México, Panamá (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Neártica, Neotropical, Oceánica (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 17 a nivel mundial, 2 registradas para México: *D. exilis* (Enderlein) y *D. secundus* (Yu *et al.*, 2012). Coronado (2013) reporta a 5 especies en México: *D. atriventris* (Cresson), *D. exilis* (Enderlein), *D. gauldi* Marsh, *D. meandrius* (Enderlein) y *D. secundus*; todas estas especies anteriormente estaban colocadas en el género *Acrophasmus*.

3. ***Glyptocolastes*** **Ashmead,** 1900 **(Hecabolini: Stenocorsina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917**'N** 99.04581**'W, Alt** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-XI-2008**, V.H. Toledo (**8**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917**'N** 99.04581**'W, Alt** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 30-III-2009**, V.H. Toledo (**12**), Morelos, Tlaquiltenango: Coaxtlán,** 18.42051**'N** 99.17804**'W, Alt** 935 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 18-II-2012**, J.A. Hernández, R. Reyes, I. Villanueva, & J.G. Martínez (**1**).**

Distribución en México: CHIS, NL, OAX, QROO, TAM (González *et al.*, 2003), BC, YUC (Cauich *et al.*, 2012), **MOR** (Tlaquiltenango - Nuevo Registro para el Estado).

Distribución mundial: Costa Rica, Estados Unidos, México (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Neártica, Neotropical, Oceánica (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 2 a nivel mundial: *G. caryae* (Ashmead) y *G. texanus*

Ashmead (Yu *et al.*, 2012); ésta última registrada de Texas (Arizona) y de México, del estado de Baja California (Marsh, 1968).

4. ***Heterospilus*** **Haliday,** 1836 **(Heterospilini) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 26-XI-2008**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 28-XI-2008**, Alt.** 1001 **m, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-**I-**2009**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581°**W, Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz.** 30-III-2009**. V.H. Toledo (**4**); Morelos, Tlaquiltenango,** 2 **km N Huaxtla,** 18.390840°**N,** 99.04836°**W. Alt.** 1,142 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 13-XI-2009**, cols. Campos, Reza, Martínez (**3**). Otros materiales: Morelos, Cd. Ayala,** 10-II-1992**, J. Flores C. (**2**); Morelos, Jantetelco, Amayuca,** 30-VI-1992**, J. Flores C.; Morelos, Cd. Ayala,** 23-VII-1992**, J. Flores C. (**1**); Morelos, Cuernavaca, Cañada,** 18°59' **N,** 99° 14' **W,** 1,900 **msnm, yerbas,** 28-II-2010**, E. Ruíz C. (**1**); Morelos, Cuernavaca,** UAEM**,** 18°59' **N,** 99° 14' **W,** 1,930 **msnm, yerbas,** 1-III-2010**, E. Ruíz C. (**1**); Morelos, Cuernavaca,** UAEM**,** 18°59' **N,** 99° 14' **W,** 1,930 **msnm, yerbas,** 2 **y** 3-III-2010**, M. Alvarado, A. Rodríguez B. (**1**); Morelos, Tepoztlán,** 1490 **msnm,** 18°59'51" **N,** 99°05'55" **W,** 5-III-2010**, A. Humala (**1**); Morelos, Coatlán del Río,** 1,000 **msnm,** 18°44'22" **N,** 99°25'54" **W,** 4-III-2010**, Yerbas, A. Humala (**3**); Morelos, Coatlán del Río,** 1,000 **msnm,** 18°44'22" **N,** 99°25'54" **W,** 4-III-2010**, Yerbas, E. Ruíz C. (**2**); Morelos, Tepoztlán,** 1490 **msnm,** 18°59'51" **N,** 99°05'55" **W, Huerta cafeto-yerbas,** 5-III-2010**, E. Ruíz C. (**1**).**

Distribución en México: BCS, CAM, CHIS, COAH, EMEX, GTO, JAL, MICH, MOR (Ajuchitán, Chimalacatlán, El Limón, El Salto, Estación Biológica, Estación de Microondas, Huautla, Puente de Ixtla, Quilamula y Valle de Vázquez - en Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Balneario Las Estacas, Tlalnepantla, Xochicalco), NAY, NL, OAX, QRO, QROO, SIN, SON, TAB, TAM, VER, YUC (González *et al.*, 2003).

Distribución mundial: cosmopolita (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Australasia, Paleártica, Neártica, Neotropical, Oceánica, Oriental (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 124 especies a nivel mundial, 5 registradas para México (Yu *et al.*, 2012); las especies son *H. annulatus* Marsh, *H. bruchi*

Viereck, *H. flavipes* (Cameron), *H. megalopus* Marsh y *H. prosopidis* Viereck (Coronado, 2013).

5. ***Janzenia* Marsh,** 1993 **(Doryctini) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917°**N,** 99.04581°**W, Alt.** 1001 **m., selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-II-2008**, V.H. Toledo (**2**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.38452° **N,** 99.05001° **W, Alt.** 1028 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 23-III-2009**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Coaxitlán,** 18.44936 **N,** 99.21664 **W,** 958 **m, selva baja caducifolia, golpeando vegetación,** 18-II-2012**, J.A. Hernández (**1**).**

Distribución en México: OAX (Sánchez *et al.*, 2009), YUC (Cauich *et al.*, 2012), MOR (Tlaquiltenango - Nuevo Registro para el Estado).

Distribución mundial: Costa Rica, Honduras, Nicaragua, Panamá (Yu *et al.*, 2012). Registrado para México por Cauich *et al.* (2012).

Regiones zoogeográficas: Neotropical (Yu *et al.*, 2012).

Especies: sólo una especie a nivel mundial: *J. gauldi* Marsh (Yu *et al.*, 2012), la cual fue registrada para México por Cauich *et al.* (2012) de Yucatán.

6. ***Leluthia* Cameron,** 1887 **(Hecabolini: Hecabolina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-XI-2008**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W Alt.** 1,001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 28**-I-**2009**, M. De León (**1**); Morelos, Tlaquiltenango,** 4 **km** NW **de Santiopa,** 18.44630° **N,** 98.95906 **W. Alt.** 1,211 **m, selva baja caducifolia, golpeando vegetación en** *Funastrum pannosum***,** 4-VI-2013**, V.H. Toledo (**1**).**

Distribución en México: YUC (Delfín *et al.,* 2002); BCS, COL, GTO, GRO, JAL, MOR (Valle de Vázquez, Chimalacatlán, Estación Biológica, Huautla – en Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla), NL, SON, TAM (González *et al.*, 2003), OAX (Sánchez *et al.*, 2009).

Distribución mundial: cosmopolita (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Australasia, Paleártica, Neártica, Neotropical (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 17 especies a nivel mundial, con 2 especies registradas para México *L. astigma* (Ashmead) y *L. mexicana* Cameron (Yu *et al.*, 2012). Coronado (2013) registra a 5 especies en el país: *L.*

astigma, *L. canalia* (Marsh), *L. danielensis* López y Figueroa, *L. flavocoxalis* Marsh y *L. mexicana*.

7. ***Odontobracon*** **(Holcobraconini: Odontobraconina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 27-XI-2008**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, Alt.** 1,001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-XI-2008**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, Alt.** 1001 **m, sierra baja caducifolia, trampa de luz,** 30-II-2009**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.38452° **N,** 99.05001° **W, Alt.** 1028 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 23-III-2009**, V.H. Toledo (**2**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.38452° **N,** 99.05001° **W, Alt.** 1028 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 26-III-2009**, V.H. Toledo, V. Reza, J.G. Martínez & Y.T. Viveros (**2**); Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.38071° **N,** 99.04434° **W, Alt.** 1,001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 29-III-2009**, V.H. Toledo (**1**); Morelos, Tlaquiltenango, San Miguel de los Elotes,** 18.55166° **N,** 99.17288° **W, Alt.** 869 **m, selva baja caducifolia, golpeando vegetación,** 2-VI-2010**, Col. V.H. Toledo, E.M. Reza, E. Evangelio & J. Martínez (**1**); Morelos, Tlaquiltenango,** 4 **km** NW **de Santiopa,** 18.44042° **N,** 98.99366 **W. Alt.** 993 **m, selva baja caducifolia, golpeando vegetación herbácea,** 07-VIII-2013**, R. Reyes (**1**).**

Distribución en México: BC, BCS, CHIS, EMEX, GRO, JAL, **MOR** (Cuernavaca, Tepoztlán), NAY, OAX, QROO, SLP, SIN, SON, TAM, VER, YUC (González *et al.*, 2003).

Distribución mundial: Argentina, Belice, Brasil, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Guyana Francesa, Honduras, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Venezuela (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Neártica, Neotropical (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 15 especies a nivel mundial, 6 registradas para México (Yu *et al.*, 2012), dichas especies son: *O. cellulus* Marsh, *O. grandis* Ashmead, *O. janzeni* Marsh, *O. montanus* Cameron, *O. niger* Marsh y *O. nigriceps* Cameron (Coronado, 2013).

8. ***Parallorhogas*** **Marsh,** 1993 **(Hecabolini: Stenocorsina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.3791.7**'N,**

99.04581’**W, Alt.** 1001 **m, celva baja caducifolia,** 29-**I-**2009**, V.H. Toledo (**1**).**

Distribución en México: NL, TAM, VER, YUC (González *et al.*, 2013), MOR (Tlaquiltenango - Nuevo Registro para el Estado).

Distribución mundial: Australia, Bangladesh, Bolivia, Brasil, China, Estados Unidos, Fiji, Guam, Guyana, India, Indonesia, Japón, Madagascar, Malawi, Mauritius, México, Nueva Zelanda, Rusia, Islas de la Sociedad, Sudáfrica, Togo, Trinidad y Tobago, Vietnam (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Afrotropical, Paleártica, Neártica, Neotropical, Oceánica, Oriental (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 12 especies a nivel mundial, sólo *P. pyralophagus* (Marsh) registrada para México (Yu *et al.*, 2012).

9**. *Rhaconotus* Ruthe,** 1854 **(Rhaconotini: Rhaconotina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.38452° **N,** 99.05001° **W, Alt.** 1028 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 23-III-2009**, V.H. Toledo (**2**). Otros materiales: Morelos, Cuernavaca,** UAEM**,** 18°59’ **N,** 99° 14’ **W,** 1930 **msnm, yerbas,** 1-III-2010**, E. Ruíz C. (**1**); Morelos, Coatlán del Río,** 1000 **msnm,** 18°44’22” **N,** 99°25’54” **W,** 4-III-2010**, Yerbas, A. Humala (**1**); Morelos, Tepoztlán,** 1490 **msnm,** 18°59’51” **N,** 99°05’55” **W, Huerta cafeto – yerbas,** 5-III-2010**, E. Ruíz C. (**1**).**

Distribución en México: TAB, QROO (Martínez, 1999); BCS, EMEX, GTO, GRO, MICH, NL, SON, TAM, VER, YUC (González *et al.*, 2003), CHIS, SLP (Cauich *et al.*, 2012), MOR (Sierra de Huautla - Figueroa *et al.*, 2002).

Distribución mundial: cosmopolita (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Afrotropical, Australasia, Paleártica, Neártica, Neotropical, Oceánica, Oriental (Yu *et al.*, 2012).

Especies: 127 especies válidas a nivel mundial, 3 registradas para México: *Rh. cressoni* Muesebeck & Walkley, *Rh. emarginatus* Marsh y *Rh. rugosus*Marsh (Yu *et al.*, 2012). Cauich *et al.* (2012) registran a *Rh. chrysochaitus* Marsh; las 4 especies son registradas en Coronado (2013).

10**. *Stenocorse* Marsh,** 1968 **(Hecabolini: Stenocorsina) Material examinado: Morelos, Tlaquiltenango, Huaxtla,** 18.37917° **N,** 99.04581° **W, Alt.** 1001 **m, selva baja caducifolia, trampa de luz,** 30-

III-2009**, V.H. Toledo (**3**); Morelos, Coatlán del Río,** 1000 **msnm,** 18°44’ **N,** 99°25’54” **W,** 4-III-2010**, Hierbas, A. Humala (**1**); Morelos, Tepalcingo, N. El Limón,** 18°32’18.3” **N,** 98°56’01.7” **W, Alt.** 1272 **m, selva baja caducifolia, golpeando vegetación,** 10-II-2013**, V.H. Toledo (**1**).**

Distribución en México: CHIS, EMEX, GTO, GRO, JAL, **MOR** (Morelos, Tepoztlán), QROO, SIN, SON, TAM, YUC (González *et al.*, 2003), BC, BCS, CAM, COL, MICH, NAY, OAX, VER (López *et al.*, 2003; Cauich *et al.*, 2012).

Distribución mundial: Brasil, Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela (Yu *et al.*, 2012).

Regiones zoogeográficas: Neártica, Neotropical, Oceánica (Yu *et al.*, 2012).

Especies: sólo una especie, *S. bruchivora* (Crawford) (Yu *et al.*, 2012).

En este estudio se determinaron diez géneros y una especie de la subfamilia Doryctinae. Los géneros *Callihormius*, *Glyptocolastes, Janzenia* y *Parallorhogas* son nuevos registros para Morelos, por lo que en la actualidad se conocen 102 géneros para dicho Estado.

Ésta es una contribución al conocimiento del estudio de los bracónidos de México.

Agradecimientos

Al Proyecto “Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos” de la Red de CA de PROMEP, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, y a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por su apoyo para la realización de las colectas e investigaciones. A Mabel Alvarado y Alexander Rodríguez Berrío (Perú), y Andrey Humala (Rusia) por su participación en las colectas. Al proyecto CONABIO “Computarización de la colección de insectos de la Universidad de Morelos, CIByC, UAEM”, así como a los colectores del proyecto, por su colaboración.

BIBLIOGRAFÍA CITADA Cauich-Kumul R., H. Delfín-González, V. López-Martínez & M. Sharkey. 2012. Braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae) of Northern Yucatan, Mexico: Subfamilies Agathidinae and Doryctinae (excluding *Heterospilus* Haliday). Journal of the Kansas Entomological Society, 85(3):186-205.

Coronado-Blanco J. M. 2011. Braconidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, México. Editorial Planea. México. 203 pp.

Coronado-Blanco J. M. 2013. La familia Braconidae (Hymenoptera) en México. Entomología Mexicana, 12(1):31-46.

Coronado-Blanco J. M. & A. Zaldívar-Riberón. 2014. Biodiversidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85:S372—S378.

Delfín-González H., D. Chay-Hernández, A. González-Moreno, L. Hernández-Puch & C. Suárez-Castillejos. 2002. New records of Braconidae (Hymenoptera) subfamilies and genera from Mexico and the state of Yucatán. Transactions of the American Entomological Society, 128(1):99-108.

Figueroa-De La Rosa J. I., S. Anaya-Rosales, A. González-Hernández & V. López-Martínez. 2002. Estudio genérico de Braconidae (Insecta: Hymenoptera) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Entomología Mexicana, 1:532-536.

González-Hernández A., R. A. Wharton, J. A. Sánchez-García, V. López-Martínez, J. R. Lomelí-Flores, I. Figueroa-De la Rosa & H. Delfín-González. 2003 [2004]. Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. CD-ROM. UANL-CONABIO-CONACYT.

López-Martínez V., J. I. Figueroa-De la Rosa & J. Romero-Nápoles. 2003. Registro de un nuevo huésped para *Stenocorse bruchivora* (Crawford) (Hymenoptera: Braconidae) con notas de su distribución en México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 89:287-289.

López-Martínez V., J. M. Coronado-Blanco, J. I. Figueroa De la Rosa, M. de J. García-Ramírez, H. Delfín-González, I. Alia-Tejacal & J. A. Sánchez-García. 2010. Braconidae (Insecta: Hymenoptera) en Morelos. II Taller Internacional de Recursos Naturales. Cuernavaca, Morelos. Pp. 88-96.

Marsh, P. M. 1966. The Neactic Doryctinae, III. The genus *Callihormius* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 68(3):240-246.

Marsh, P. M. 1968. The Nearctic Doryctinae, VI. The genera *Acrophasmus, Glyptocolastes, Doryctinus,* and a new genus, *Stenocorse* (Hymenoptera: Braconidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 70:101-113.

Marsh, P. M. 1993. Descriptions of new Western Hemisphere genera of the subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae). Contributions of the American Entomological Institute, 28(1):1-58.

Marsh, P. M. 2002. The Doryctinae of Costa Rica (excluding the genus Heterospilus). Memoirs of the American Entomological Institute, 70:1-319.

Martínez-Ramírez, J. A. 1999. Ichneumonoidea (Hymenoptera) de algunas localidades del sureste de México. Tesis de Maestría. UAM Agronomía y Ciencias, UAT. México. 47 pp.

Peña-Chora, G. & E. Ruíz-Cancino. 1993. Distribución de géneros de Braconidae

(Hymenoptera) en diversos municipios del estado de Morelos. Mem. XXVIII Congr. Nal. Entomol. Universidad de las Américas, Cholula, Puebla. Pp. 83.

Sánchez-García, J. A., M. Morales L., A. Martínez G. & J. I. Figueroa-De la Rosa. 2009. Catálogo de bracónidos (Hymenoptera) del estado de Oaxaca, México. Entomología Mexicana, 8:907-912.

Sharkey, M. J. 1997. Subfamily key of Braconidae. Pp. 39-64. En: Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Wharton, R. A., P. M. Marsh & M. J. Sharkey. International Society of Hymenopterists. Special Publication, No. 1.

Yu D. S., C. Van Achterberg & K. Horstmann. 2012. World Ichneumonoidea. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad. Canadá. USB.

MÉTODOS BÁSICOS EN ENTOMOLOGÍA: ETIQUETAS ENTOMOLÓGICAS

BASIC METHODS IN ENTOMOLOGY: ENTOMOLOGICAL LABELS

A.I. Khalaim[1,2] & Enrique Ruíz-Cancino[1].

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México. [2]Instituto Zoológico de la Academia de Ciencias de Rusia, San Petersburgo, Rusia.

ABSTRACT

This chapter is a contribution aimed at facilitating the work of students and specialists in relation with the labeling and mounting of insects, hymenopterans specially. Throughout time, the ways of labeling and mounting material have changed. Researchers from other countries can have difficulties in regards of understanding correctly where the locality is written in the labels: in Mexico, sometimes the names of municipalities and states are the same. In this century it is preferred to record data of latitude, longitude, altitude and vegetation type (or the plant name) where the insects were obtained because other people can find the specific place easily. Recommendations about geographical and identification labels are included, as well as the description of the steps in the preparation of labels: text arrangement, paper selection, printing and label colocation.

Introducción

Este capítulo es una contribución realizada con la finalidad de facilitar el trabajo de estudiantes y especialistas en relación con el etiquetado y montaje de insectos, especialmente de himenópteros. A través del tiempo, la forma de etiquetar y montar el material ha variado, sobre todo si se consideran diversos países. Los investigadores extranjeros pueden tener dificultades para entender si el nombre de la etiqueta se

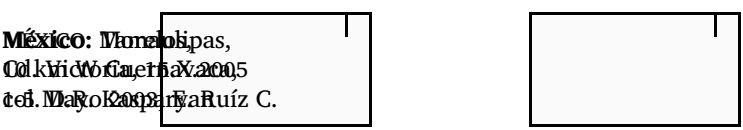
refiere a algún estado o municipio de México, por ejemplo. Actualmente se prefiere anotar la latitud, longitud, altitud y tipo de vegetación en que se colectaron los insectos para facilitar que otras personas puedan acudir a buscar determinadas especies. Se incluyen recomendaciones acerca de las etiquetas geográficas y las etiquetas de identificación, describiendo además las etapas para la preparación de las etiquetas: arreglo del texto, selección del papel, impresión y colocación.

1. Etiquetas geográficas

Todos los especímenes en la colección deben tener etiquetas geográficas. Las muestras sin etiquetas no tienen valor científico.

Después del trabajo de campo, todo el material debe etiquetarse lo más pronto posible. Las etiquetas temporales deben ser cambiadas por etiquetas científicas impresas.

La etiqueta geográfica debe contener al menos los siguientes datos: 1) localidad, 2) fecha de colecta y 3) nombre del colector.

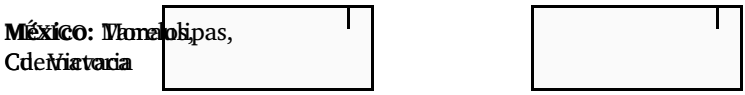


Si es posible, deben incluirse los datos de la vegetación o del lugar (pradera, bosque de pinos, pendiente seca en montaña con hierbas) y detalles del sitio exacto donde se colectó el espécimen (bajo corteza de árbol muerto, en flor de Opuntia, en excrementos de coyote, etc.). También puede anotarse como información importante: a) método de colecta (red, trampa Malaise, en lámpara), b) planta hospedera (para insectos fitófagos), y c) insecto hospedero (para los parasitoides). Es importante usar nombres completos, evitando las abreviaciones.

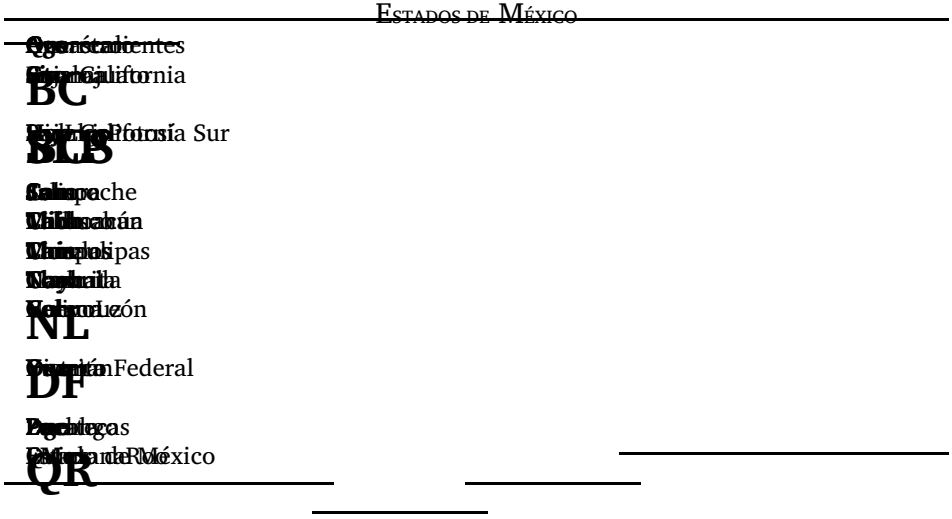
La etiqueta geográfica debe contener información exhaustiva que permita encontrar la localidad fácilmente, usando mapas y atlas. Se recomienda el siguiente orden de elementos geográficos: 1) país, 2)

estado y 3) localidad o sitio.

Deben usarse negritas o mayúsculas para el país. En colecciones regionales y de estudiantes, a menudo el nombre del país no aparece. Se permite pero no se recomienda.



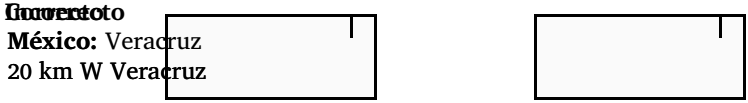
El nombre del estado debe ser incluido. Es importante especialmente para países con un gran territorio. Algunos países como Estados Unidos, Canadá y México tienen acrónimos estándar para los estados que pueden ser utilizados en las etiquetas. Aquí algunos ejemplos: CA: California, Estados Unidos; TX: Texas, Estados Unidos; QC: Quebec, Canadá. Se presentan a acontinuación los acrónimos oficiales para las entidades federativas mexicanas.



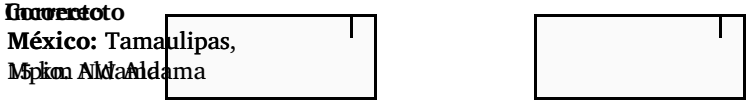
Cuando el nombre del estado y de alguna ciudad es el mismo (por ejemplo, el estado de Veracruz y la ciudad de Veracruz, en México), debe anotarse el indicativo “estado” para evitar confusión.

México: Estado de Veracruz
20 km W Veracruz

Cuando se refiere directamente a la ciudad, el nombre de la entidad puede obviarse:

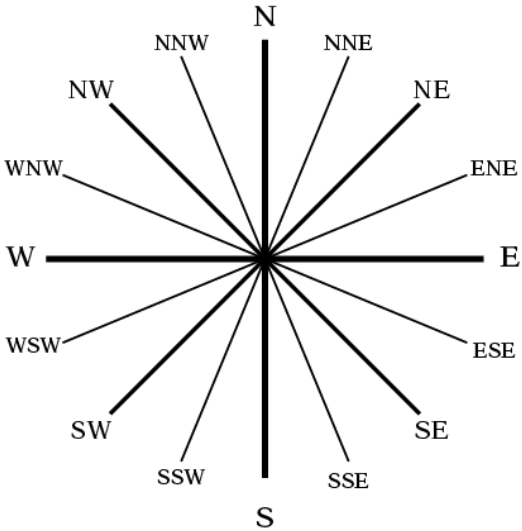


Desde el punto de vista internacional, se prefiere evitar las subdivisiones administrativas en los estados (distritos, municipios, etc). La razón de esto es que esa información generalmente sólo se encuentra en mapas regionales y no en los internacionales. Además, las fronteras pueden ser inestables. Es mucho mejor anotar la posición adecuada del lugar o en relación con una ciudad grande:



Por otra parte, los nombres administrativos pueden confundirse con los nombres de territorios geográficos en las etiquetas. Por ejemplo, estado de Yucatán y Península de Yucatán, Lago de Chapala y la ciudad de Chapala en el estado de Jalisco. Lo indicado es especificar si se refiere a un lago, montaña o península para evitar posibles confusiones.

Los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) a menudo se usan en las etiquetas, usualmente con sus iniciales en inglés. Las subdivisiones cardinales se subdividen de la siguiente manera:



La distancia entre dos puntos debe medirse en línea recta y no a lo largo de los caminos:

Incorrecto
México: Tamaulipas, 25 km SSW de Ciudad Victoria, El Madroño

Correcto
México: Tamaulipas, carretera Ciudad Victoria a El Madroño

Anotar “cerca de” no aporta información útil y debe evitarse:

Incorrecto
México: Tamaulipas, cerca de Jaumave

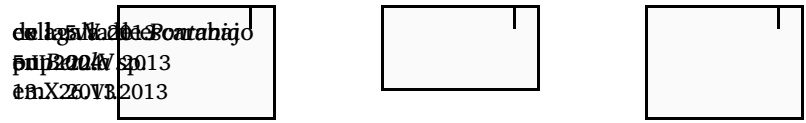
Correcto
México: Tamaulipas, Jaumave

En las regiones montañosas, la altitud sobre el nivel del mar debe anotarse, en lo posible. Las coordenadas geográficas tomadas con GPS pueden anotarse en las etiquetas, usualmente después de los datos geográficos.

Los datos adicionales sobre la vegetación, método de colecta, planta hospedera o insecto hospedero, detalles de cría de parasitoides y otra información pueden anotarse en otras etiquetas. Las etiquetas adicionales se colocan debajo de la etiqueta geográfica. Las siguientes abreviaturas en inglés pueden usarse para las trampas: MT: trampa

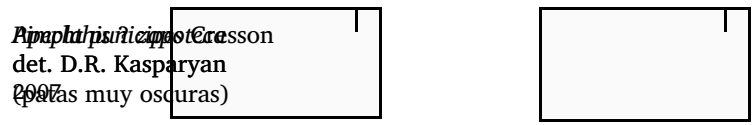
Malaise; YPT: plato amarillo.

Las avispas parasitoides pueden ser colectadas sobre plantas (en, on) o criadas de (ex) su hospedero. Por tanto, se anota la fecha de colecta (coll.), fecha de pupación (pup.) y la fecha de emergencia del adulto (em.).



2. Etiquetas de identificación

Contienen el nombre del taxón (como resultado de su identificación), el nombre del identificador y el año. Datos adicionales y notas personales también pueden anotarse.



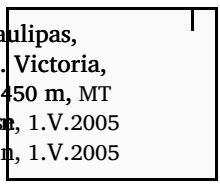
¡*Nunca* deben quitarse o cambiarse las etiquetas de identificación de otros investigadores! Si es necesario, agregue su propia etiqueta de identificación debajo de las etiquetas existentes.

Las etiquetas especiales para el material tipo (usualmente rojas pero a veces de otros colores) se usan para los especímenes (holotipo, paratipo, etc.) con los que se describió una especie. Los especímenes tipo son muy importantes para la sistemática y son usados principalmente por los taxónomos. Debe tomarse mucho cuidado cuando se trabaje con material tipo (si no se tiene buen pulso, debe evitarse manipular este tipo de material).

3. Requerimientos técnicos para las etiquetas entomológicas

El tamaño óptimo de la etiqueta responde a dos aspectos importantes: la etiqueta debe ser 1) pequeña y 2) legible. Las impresoras láser permiten imprimir etiquetas muy pequeñas con texto distinguible, expandiendo las posibilidades en la preparación de etiquetas de alta calidad.

Pueden ser capturadas e impresas con *Microsoft Word* o con otro software adecuado. Debe usarse el mínimo de espaciado entre líneas (0.9 o 1.0) y solamente tipografías sin proyecciones al final (por ejemplo, Arial). Este tipo de letras pueden leerse mejor en texto pequeño que los tradicionales como el Times New Roman. El tamaño recomendado para Arial es 3.5 o 4.0. Por ejemplo, una etiqueta con 0.7 mm de altura tiene 5 líneas con Arial 3.5 y 4 líneas con Arial 4.0:



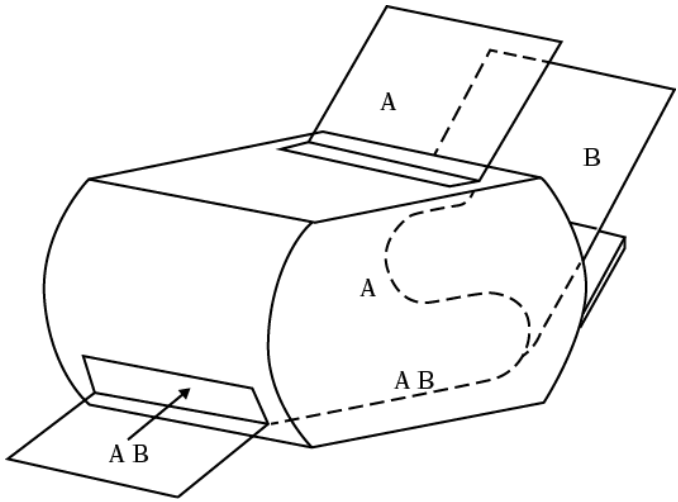
Los bordes externos deben ser lo más cortos posible. No dejar márgenes sin texto fuera de la etiqueta.

Incorrecto
México: Veracruz,
Xalapa, trampa Malaise
D.R. Kasparyan, 1.V.2005

Para las etiquetas, debe usarse solamente papel grueso con densidad de 150-180 g/m². El papel regular para impresora con densidad de 75-90 g/m² no es conveniente. También puede usarse papel con densidad mayor de 180 g/m² pero es más difícil de colocarle el alfiler (especialmente si es delgado) y puede requerir de una impresora láser especial.

Las etiquetas en papel grueso duran más y no se enrollan con el tiempo. Cualquier impresora láser que acepte papel grueso puede ser usada para imprimir etiquetas pero hay que tener cuidado de que el tóner no manche el papel cuando se toca. Algunas impresoras láser

tienen modo horizontal de impresión para papel grueso.

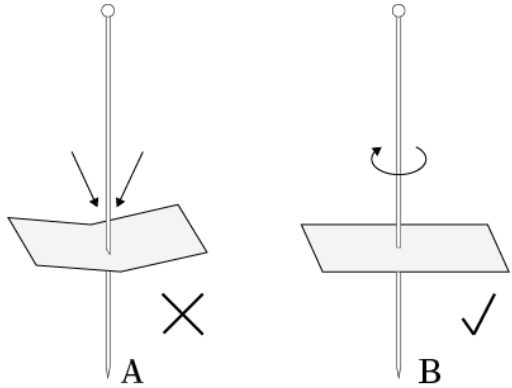


Uso adecuado de la impresora. Impresión normal con papel delgado (A) e impresión horizontal para papel grueso (B).

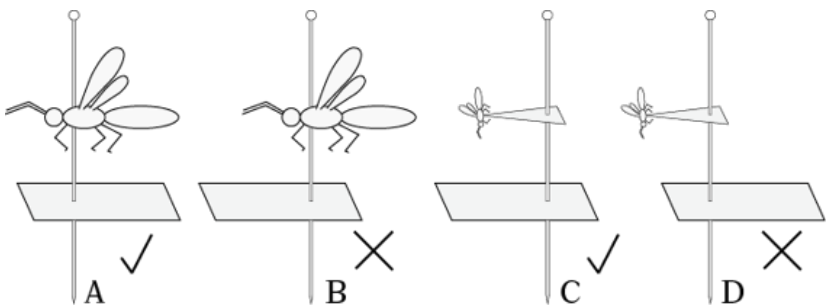
Es necesario utilizar un estilo, un tamaño y un tipo de letra para todas las etiquetas. No deben imprimirse etiquetas más grandes para insectos grandes o etiquetas pequeñas para insectos pequeños. En el caso de que la colección de insectos contenga material de diferentes fuentes, siempre debe conservarse la etiqueta geográfica original y no cambiarla por alguna de uso preferencial o personal. Puede agregarse una etiqueta debajo de la original en caso de que esta última prsente texto ilegible, escrito a mano, con datos incompletos o que incluya abreviaturas, nombres obsoletos, *etc.*

4. Montaje

Se recomienda evitar dobleces en la etiqueta (A) al hacer el montaje, lo cual puede ocurrir con un alfiler despuntado o con papel muy delgado. Debe procurarse penetrar el papel por rotación del alfiler (B) para evitar dobleces.

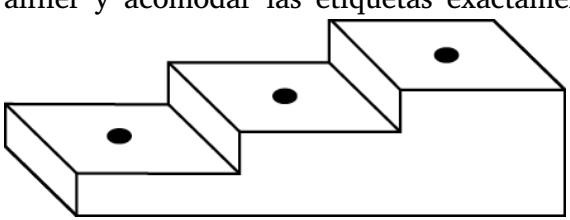


La posición recomendada para la etiqueta geográfica es aproximadamente al nivel del tercio inferior del alfiler.



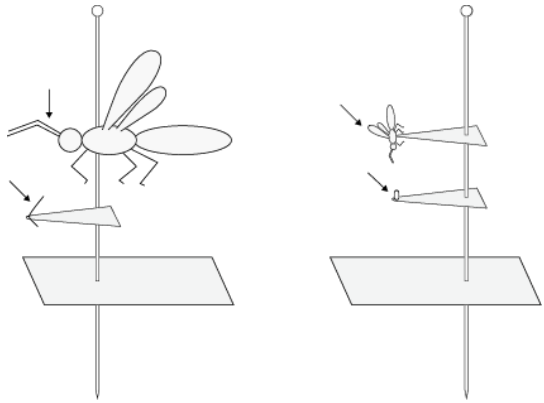
Posición correcta de las etiquetas en el montaje (A y C) e incorrecta (B y D).

Si resulta conveniente, puede usarse un dispositivo especial (trozo de madera de 3 niveles con hoyos redondeados) para insertar el alfiler y acomodar las etiquetas exactamente a la altura adecuada:



Es necesario ser cuidadoso al hacer el montaje para evitar dañar los insectos. Si se rompe alguna parte del insecto (antena, pata, ala), se debe reparar inmediatamente: si es posible, pegarla en el espécimen cuando sea de tamaño mediano o grande; si es pequeño, pegar la parte

rota en la punta de un triángulo de papel grueso debajo del insecto.



Las recomendaciones incluidas en este capítulo están basadas en la experiencia de los autores en relación con el manejo adecuado de las colecciones entomológicas.

Agradecimientos

Al proyecto “Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos” de la Red de CA de PROMEP, a la Universidad Autónoma de Tamaulipas y al Instituto Zoológico, por su apoyo en nuestras investigaciones.

TRUFAS DEL CENTRO DE MÉXICO
TRUFFLES OF CENTER MEXICO

Gonzalo Guevara-Guerrero[1], Jesús García-Jiménez[1],

Efrén Cázares-González[2], Víctor M. Gómez-Reyes[3], Michael Castellano[2],

James Trappe[2], Enrique Ruíz-Cancino[4] & Alejandro Flores-Palacios[5].

[1]Instituto Tecnológico de Cd. Victoria Av. Portes Gil 1301 Pte., Cd. Victoria, Tam. 87010, México. [2]USDA, Forest Service, Northern Research Station, 3200 Jefferson Way, Corvallis, Oregon 97331. [3]Facultad de Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. [4]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tam. 87149, México. [5]CIByC, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

ABSTRACT

The study of epigeous fungi is scarce or even null on hypogeous fungi. Eighteen genera of hypogeous fungi or truffles are reported and illustrated from central Mexico. The truffles belong to the following phyla: Glomeromycota (*Glomus*); Zygomycota (*Endogone*); hypogeous Ascomycota (*Elaphomyces*, *Geopora*, *Genabea*, *Genea*, *Hydnobolites*, *Hydnotrya*, *Pachyphloeus*, *Tuber*); and Basidiomycota (*Alpova*, *Cystangium*, *Gautieria*, *Hymenogaster*, *Hysterangium*, *Leucogaster*, *Melanogaster*, *Rhizopogon*). Aspects on their ecology, taxonomy or evolution are presented for most genera.

Introducción

Las trufas *sensu* son hongos subterráneos o hipogeos que pertenecen a los Phylla Glomeromycota, Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota (Trappe *et al.*, 2009), y están relacionados evolutivamente con especies de hongos epigeos (Binder & Bresinsky, 2002; Maser *et al.*, 2008; Trappe & Cázares, 1990). Las reducciones morfológicas de muchos hongos hipogeos son adaptaciones a cambios climáticos (Maser *et al.*, 2008; Pegler *et al.*, 1993; Trappe *et al.*, 2009). Además, debido a su hábito hipogeo, muchas especies de trufas han desarrollado estrategias para

atraer animales micófagos, *e.g.* insectos, moluscos, algunas aves, ardillas, ratones, liebres, conejos, venados, osos, jabalíes y primates, para asegurar la dispersión de sus esporas mediante el consumo de sus cuerpos fructíferos (Maser *et al.*, 2008; McGraw *et al.*, 2002; Trappe *et al.*, 2009). Estos animales micófagos después de ingerir las trufas, excretan por defecación las esporas y con la ayuda del agua de la lluvia son llevados a nuevos lugares para su germinación y posterior colonización de raíces receptoras de plántulas de muchas especies micorrícicas de angiospermas y gimnospermas (Castellano *et al.*, 1989; Maser *et al.*, 2008, Trappe *et al.*, 2009; Montecchi & Sarasini, 2000). En el centro de México, incluyendo las costas del este hasta el extremo oeste, existen diversos bosques templados de angiospermas y gimnospermas con gran diversidad de hongos hipogeos. Sin embargo, su estudio taxonómico y ecológico ha sido escaso (Guevara *et al.*, 2008 a, b; Trappe & Guzmán, 1971). Se ha calculado que solamente alrededor del 5% de la micodiversidad en nuestro país se conoce, y de los hongos hipogeos creemos que el porcentaje es aún menor (Guzmán, 1998). Por lo anterior, se presenta una breve descripción de las trufas presentes en los bosques templados del centro de México incluyendo observaciones ecológicas e ilustraciones de algunos taxones.

Taxonomía Glomeromycota ***Glomus*** Tul. & Tul.

Fig. 1a.

Cuerpo fructífero de 0.3-2.5 cm de diámetro, globoso, lobado o irregular, ligeramente aplanado; algunas especies huecas, con una depresión basal. Peridio ausente o presente, liso, seco, polvoriento o algodonoso, con tomento blanco amarillento brillante en la base; color mostaza, café naranja a café amarillento o ferruginoso en las partes superiores y crema pálido en la base. Olor no distinguible. Gleba compacta de color blanco a amarillo pálido o café, clamidosporas de 20-470 µm, (excluyendo la ornamentación), ovales, elípticas, suboblongas, a veces subpiriformes, lisas u ornamentadas con espinas o escamas y envueltas con un manto de hifas, de pared gruesa de 1 a 3 capas y hasta 18 µm de grueso, hialinas a amarillentas cuando jóvenes y amarillo oliváceo cuando maduras. Peridio muy delgado, formado por hifas entretejidas de 4-6 µm de ancho, de pared delgada, hialinas a

amarillo oliváceas. Se distribuye en Jalisco y Edo. de México. Crece en forma solitaria, epigeo, subhipogeo o hipogeo, o gregaria, en jardines urbanos, cultivos de maíz, o riparios en los meses de junio a octubre. *Glomus fulvum* (Berk and Broome; Trappe & Gerdemann) y *G. macrosporum* son las especies más comunes; sin embargo, se piensa que existen más y nuevas especies. Pertenece a la Fam. Glomeraceae Orden Glomerales (Morton & Benny, 1990; Trappe *et al.* 2009).

ZYGOMYCOTA *Endogone* Link Fig.1b

Cuerpo fructífero de 0.3-2 cm de diámetro, subgloboso a irregular. Peridio ausente o, cuando presente, blanco o amarillo brillante o café, liso o algodonoso. Gleba sólida o con cámaras, gris a amarillo brillante o café. En la mayoría de las especies está formada por una masa de esporas y micelio sin una estructura organizada. Olor a ajo o no distinguible. Espora de 41-200 x 52-150 µm excluyendo el manto de hifas adheridas de algunas especies, elipsoides a globosas o irregulares, hialinas a amarillas o color café. La pared de 1 a 3 capas y de 2-11 µm de grosor, en la mayoría de las especies no reaccionan al reactivo de Melzer, pero en algunas la pared de la espora cambia a naranja fuerte a rojo. Se distribuye en Jalisco, Edo. de México, Veracruz y Tlaxcala. Crece gregario o solitario bajo *Quercus magnolifolia*, *Pinus hartwegii* y *Pinus* spp. y otros hospederos hasta los 2990 msnm. Al menos una especie de *Endogone lactiflua* ha sido recolectada. Pertenece a la Fam. Endogonaceae, Orden Endogonales (Morton & Benny, 1990; Trappe *et al.*, 2009).

ASCOMYCOTA *Elaphomyces* Fr.

Fig. 1c

Cuerpo fructífero de 0.5-4 cm de diámetro, globoso subgloboso a ovoide o cóncavo, cubierto con una costra de micelio (blanco, amarillo, lila) y tierra. Peridio con escamas redondeadas, piramidales o cónicas, a veces tomentoso, correoso o carbonoso, de color amarillo, café amarillento a café, azul obscuro o negro, de 2-5 mm de grueso. Gleba hueca cuando inmaduro, algodonosa que se llena cuando madura de esporas, de color gris, amarillo a café, olivo o negro, azul negro. Olor no distinguible o a ajo. Esporas de 8-48 µm excluyendo

ornamentación, globosas cubiertas por espinas, escamas o retículo o estrías en espiral hasta 2 µm de alto, inamiloides en Melzer. Esporas producidas en ascas redondas. Se distribuye en Veracruz, Tlaxcala, Jalisco y Edo. México. Crece gregario o solitario en bosque de *Quercus* y mixto de *Pinus-Quercus*, bajo *Pinus hartwegii* y *Quercus* sp. comúnmente parasitado por *Elaphocordyceps* sp. recolectado en los meses de junio, septiembre y octubre a 1450 msnm. *Elaphomyces granulatus* Fr. es las especies más común. Pertenece a la Fam. Elaphomycetaceae, Orden Eurotiales (Castellano *et al.*, 2012; Trappe *et al.* 2009).

Genabea Tul. & C. Tul.

Fig. 1d

Cuerpo fructífero de 0.2-2 cm de diámetro, subgloboso a convulto y con costillas o surcos, hueco, frágil. Peridio amarillo gris a café o negro, verrucoso sin pelos hifales en la superficie. Gleba con cámaras irregulares cubiertas internamente con escamas similares a las del peridio. Contexto de las cámaras blanco grisáceo o amarillo grisáceo con paquetes de ascas en una palizada irregular. Cada paquete está separado de la adjunta por tejido estéril. Olor no distinguible. Esporas de 26-53 (-70) x 20-53 (-70) µm excluyendo la ornamentación de espinas, elipsoides a globosas, pared de 2-5 µm de grosor, amarillas a café, que nacen de ascas clavadas a elipsoides. Se distribuye en Tlaxcala y Estado de México. Crece solitario o gregario en bosque mixto de *Quercus-Pinus* y bosque de *Quercus* en los meses de febrero, marzo, agosto y septiembre a 1450 msnm. La especie más común (aunque rara de cualquier manera) es *Genabea cerebriformis*. Pertenece a la Fam. Pyronemataceae, Orden Pezizales (Smith *et al.*, 2006; Trappe *et al.*, 2009). Está evolutivamente relacionado con el hongo epigeo *Humaria* (Laessoe & Hansen, *et al.*, 2007).

Genea Vittad.

Fig. 1e

Cuerpo fructífero de 0.3-3 cm de diámetro, globoso, sugloboso o irregular aplanado, ligeramente plegada con una cavidad o poro apical simple de 2-3 mm de diámetro y una almohadilla de micelio basal presente. Peridio de color café claro a negro, verrucoso, tomentoso parcial o completamente, a veces con pelos hifales de color café oscuro hacia el margen de poro apical. Gleba con una cámara simple

uniforme o irregular con verrugas similares a las del peridio de color blanco a gris. Olor fúngico intenso a ajo o desagradable. Esporas de 20-45 x 12-34 µm excluyendo ornamentación, ampliamente elipsoides a subglobosas, con papilas, escamas o conos, truncadas, redondeadas, en punta o divididas, solubles en KOH, hasta de 3 µm de alto, hialinas en KOH. Se distribuye en Michoacán, Jalisco, Tlaxcala y Edo. de México. Crece solitario o gregario en bosque mixto de *Quercus-Pinus* y bosque de *Quercus* en los meses de febrero, marzo, gosto y septiembre. Este género es uno de los más raros y difíciles de encontrar ya que su tamaño es muy pequeño y su color se confunde con el suelo. La especie del centro de México es *Genea mexicana*. Pertenece a la Fam. Pyronemataceae, Orden Pezizales (Guevara *et al.*, 2012; Smith *et al.*, 2006; Trappe *et al.*, 2009). *Genea* esta evolutivamente relacionado con el hongo epigeo *Humaria* (Laessoe y Hansen, 2007).

Geopora Harkness Fig. 1f

Cuerpo fructífero de 1-7 (-10) cm de diámetro, subgloboso a cerebriforme. Peridio café tomentoso. Gleba blanca a gris y generalmente con venas cafés, huecas y simples o con una trama compleja plegada hacia adentro y cámaras vacías que se abren inconspicuamente hacia la superficie y están alineadas con un himenio de ascas. Olor fungoide o como a rábanos. Esporas de 20-30 x 13-24 µm, subglobosas a elipsoides, lisas, de pared delgada (≤ 1), incoloras, naciendo de ascas operculadas, cilíndricas. Reacción al Melzer indistinta. Se distribuye en el Edo. de México. *Geopora tolucana* crece solitario en bosque de *Abies religiosa* a 3100 msnm en el Parque Nacional Nevado de Toluca.

Hydnobolites Tul. & C. Tul.
Fig. 1g

Cuerpo fructífero de 0.3-3 cm de diámetro, subgloboso a irregular, cerebrifome o con leves depresiones, peridio blanco a amarillo con tonos café oliváceos cambiando a café naranja con el trato, superficie lisa con pubescencia de color blanco en las fisuras, ausencia de micelio. Gleba sólida de color blanco gris a amarillento café. Venas aisladas no ramificadas de color blanco, cambia a amarillo al exponerse. Olor suave. Esporas de 12-24 (-30) µm, excluyendo la ornamentación, globosas, espino-reticuladas, retículo de 3-4 µm de alto. Se distribuye en el Estado de México y Michoacán. Crece gregario

en bosque de *Abies religiosa* en los meses de agosto y septiembre hasta los 3100 msnm. Cázares *et al.* (1992) señalaron que las especies de este pequeño género se encuentran distribuidas en México, U.S.A y Europa. Pertenece a la Fam. Pezizaceae, Orden Pezizales (Trappe *et al.*, 2009).

Hydnotrya Berkeley & Broome Fig. 1 h

Cuerpo fructífero de 0.5-8 cm de diámetro, irregular, involuto o plegado hacia adentro. Peridio crema, rosa, naranja café o café púrpura obscuro, liso o finamente escamoso. Gleba hueca a firmemente carnosa, concolora con el peridio, con cámaras laberintoides largas o pequeñas formadas por plegamientos internos y complejos que se fusionan con las paredes del cuerpo fructífero. Olor no distinguible o intenso como a ajo. Esporas de 16-34 x 16-35 µm, excluyendo ornamentación, espinas, escamas o un episporio sin forma, elipsoides a globosas, pared celular de 1-3 µm de grosor, incoloras a amarillas o cafés cuando maduras. Ascas clavadas a cilíndricas en un himenio. Reacción al Melzer no distinguible. Se distribuye en el Edo. de México, Tlaxcala y Jalisco. *Hydnotya cerebriformis* crece solitario en bosque de *Abies religiosa* a 3100 msnm en el Parque Nacional Nevado de Toluca.

Pachyphloeus Tul. & C. Tul.
Fig. 1i

Cuerpo fructífero de 0.5-2 cm de diámetro, subgloboso, globoso, ensanchado lateralmente y aplanado longitudinalmente, ostiolo presente a veces inconspicuo, sutura o depresión basal muy notoria. Peridio escabroso o formado por verrugas geométricas de 0.8-2 mm de ancho, levemente elevadas y truncadas en el ápice, de color naranja a café rojizo, oliváceo o negro y con una fina pubescencia que se observa bajo el microscopio estereoscópico. Gleba marmolada de color gris, verde oliváceo o negro con venas pálidas en estados jóvenes, y oliváceo oscuro a negro en estados maduros. Olor no distinguible o a papa cruda. Esporas de 14-21 µm de diámetro, excluyendo la ornamentación, globosas, con espinas o escamas hasta de 1-3 µm de alto, uniseriadas y raramente biseriadas. En algunas especies las ascas cambia de verde a azul con Melzer. Se distribuye en Michoacán, Tlaxcala, Jalisco y Edo. de México. Crece solitario o gregario en bosque de *Quercus* y mixto de *Pinus-Quercus* en los meses de agosto a octubre. La especie más común es *P. marroninus*, pero existen otras

especies no descritas aún. Pertenece a la Fam. Pezizaceae, Orden Pezizales (Healy *et al.*, 2008; Trappe *et al.*, 2009).

Figura 1 a-i. a.- *Glomus* sp., b.- *Endogone lactiflua*, c.- *Elaphomyces* sp., d.- *Genabea cerebriformis*, e.- *Genea mexicana*, f.- *Geopora tolucana*, g.- *Hydnobolites* sp., h.- *Hydnotrya cerebriformis*, i.- *Pachyphloeus* sp.

Tuber Wiggers: Fr.

Fig. 2a

Cuerpo fructífero de 0.5-12 cm de diámetro, globoso a subgloboso, reniforme o irregular, con fisuras o con una cavidad notoria. Superficie de color blanco, amarillo, café, rojo con centro café o negro, liso, areolado a finamente verrugoso, pubescente en la base, sutura basal gruesa. Peridio delgado de color blanco a café claro en sección. Gleba sólida, blanca a gris o amarillenta en individuos jóvenes y café claro a café oscuro o negro en estados maduros, con venas delgadas de color blanco que emergen en el peridio. Olor variado, nuez, acetileno, ajo, queso, metano, a vino. Esporas globosas, ovoides a elípticas de 32-88 x 21-54 µm (excluyendo ornamentación) que nacen en ascas distribuidas al azar ornamentadas con espinas,

reticuladas a la base o alveolos de 2-8 µm de alto, pared de 2-5 µm de grueso de color pálido a café a café obscuro. Se distribuye en Morelos, Michoacán, Puebla, Jalisco, Veracruz, Tlaxcala, Edo. de México y Chiapas. Crece solitario o gregario en bosques de *Quercus*, *Pinus*, *Abies*, mixto de *Pino-Quercus* bajo *Abies religiosa*, *Quercus* spp. y *Pinus* sp. en los meses de agosto a noviembre, a 3100 msnm. La especie más común en el centro de México es *T. separans*. Pertenece a la Fam. Tuberaceae, Orden Pezizales (Trappe *et al.*, 2009; Guevara *et al.*, 2012). El género epigeo evolutivamente emparentado a *Tuber* corresponde a *Underwoodia singeri* Gamundí & E. Horak de Sudamárica (Bonito, 2009).

BASIDIOMYCOTA *Alpova* Dodge Fig. 2 b

Cuerpo fructífero rara vez excede 2.5 cm de diámetro, globoso a ligeramente irregular. Peridio amarillo a café rojizo, a menudo con células redondeadas y fíbulas. Gleba amarilla a ocrácea cuando inmaduro, a veces se mancha de café rojizo al exponerse, luego obscureciéndose a café, gelatinosa o pegajosa al tocar, las esporas nacen en una matriz gelatinosa que llena la cámara, venas o marmoleado. Olor a frutas o desagradable. Las esporas en su mayoría son simétricas, cilíndricas a fusoides, 4-10 x 2-5 µm, lisas, incoloras o amarillo café. Asociadas obligadamente con *Alnus* spp. y *Quercus* spp. Se distribuye en Jalisco en el mes de septiembre. El género está emparentado evolutivamente con la fam. Boletaceae, Orden Boletales (Trappe *et al.* 2009).

Cystangium Singer & A. H. Smith Fig. 2 c

Cuerpo fructífero hasta de 4 cm de diámetro, globoso a irregular con o sin estípite-columela. Peridio liso o pubescente, blanco, amarillo o café, algunas especies muestran manchas rojizas a púrpuras, que se desarrollan a menudo a cafés, envolviendo totalmente la gleba o algunas veces dejando una pequeña área expuesta a la base. Peridio con una capa superficial de células globosas, algunas veces con puntas de hifas dispersas espaciadamente, produciendo la pubescencia. Gleba blanca, amarilla o café, con pequeñas cámaras o láminas fusionadas o comprimidas. Columela presente o ausente; cuando presente, algunas veces se extiende más allá de la gleba como un pequeño pie. Esporas globosas a elipsoides, algunas veces lateralmente asimétricas, de 7-15 x

5- 15 µm excluyendo la ornamentación de escamas o espinas que en muchos casos están conectadas por líneas reticulares, incoloras o café. Con Melzer la pared es hialina a gris o púrpura, la ornamentación púrpura a negro en partes o toda. Se distribuye Tlaxcala, Veracruz y Jalisco. Crece solitario o gregario en bosques templados. Este género, junto a *Gymnomyces* y *Macowanites*, es una forma hipogea derivada del género *Russula* (Trappe *et al.*, 2002 y 2009).

Gautieria Vittad.

Fig. 2 d

Cuerpo fructífero de 1-8 cm de diámetro, globoso, subgloboso, lobado a irregular, de color ocráceo a café, generalmente con rizomorfos prominentes que emergen de la base, peridio ausente o frágil y efímero en la mayoría de las especies; cuando presente, es blanco a café, frágil o membranoso. Gleba con cámaras laberintoides pequeñas a prominentes, de color café claro, canela o café obscuro debido al color de las esporas, columela cartilaginosa, dendroide de color blanco grisáceo, cavidades hasta de 2 mm de ancho. Olor fúngico pero en algunas especies muy desagradable. Esporas longitudinalmente simétricas de 10-32 x 6-18 µm, incluyendo la ornamentación, elipsoides, subovoides a globosas con estrías longitudinales redondeadas, ligeramente en espiral, estrías hasta de 4.5 µm de alto, hialinas a café amarillento, adición esterigmal prominente. Se distribuye en Veracruz, Tlaxcala y Jalisco. Crece gregario o solitario en bosque de *Quercus* o mixto de *Pinus-Quercus* en septiembre. Estudios recientes del ADN indican que *Gautieria* esta cercanamente emparentado con *Ramaria* spp. (Humpert *et al.*, 2001).

Hymenogaster Vittad.

Fig. 2 e

Cuerpo fructífero de 0.4-5 cm de diámetro, subgloboso a globoso o irregular. Peridio blanco a gris, olivo, amarillo pálido, café amarillento en algunas especies se mancha de color café obscuro con el trato o la exposición, liso o ligeramente tomentoso, arrugado, a veces delgado o frágil. Gleba café obscura o canela por la masa de esporas, a veces presenta un relleno basal, otras veces con una columela dendroide prominente. Olor no distinguible o a elote verde, queso o desagradable. Esporas de 13-40 x 4.5-18 µm incluyendo ornamentación *e.g.* arrugas, estrías o escamas, de forma elipsoides a ovoides, fusoides,

citriformes o subcilíndricas, amarillo pálidas, café amarillas o café obscuro o canela, a veces con una proyección apical obscura prominente. Basidias de 2-4 esporas. Adición esterigmal usualmente ancha. Se distribuye en el estado de Tlaxcala. Crece gregario en bosque de mixtos de *Pinus-Quercus* en los meses de septiembre y noviembre. *Hymenogaster* está evolutivamente emparentado con los hongo epigeos laminados *Hebeloma* y *Cortinarius* en la Familia Cortinariaceae (Peintner *et al.*, 2001).

Hysterangium Vittad.

Fig. 2 f

Cuerpo fructífero de 0.5-3 cm de diámetro, globoso a subgloboso, o irregular, a veces con un rizomorfo que emerge desde la base superficie, finamente fibroso, blanco con manchas cafés claras a ocráceas, rizomorfos gruesos en la base. Peridio delgado y membranoso, hasta 1 mm de grosor, fácilmente separable de la gleba, de color blanco a rosa, amarillo o café, muchas se manchan de rosa cuando se cortan o con el trato. Algunas especies se agrupan por el crecimiento hifal y rizomorfos de la base y de los lados del cuerpo fructífero, sobre todo el basidioma. Gleba de color rosa a gris, olivo, verde o café pálido, con cámaras pequeñas a grandes, usualmente laberintoides con una columela gelatinosa, cartilaginosa, dendroide, débil o prominente de color gris a café rojizo. Olor no distinguible o a fruta, vino, cloro, nauseabundo-dulce. Esporas de 10-30 x (3) 4-8 µm baciliformes o estrechamente elipsoides, fusoides, lisas o diminutamente ornamentadas, usualmente envueltas en una membrana externa, inflada o arrugada, longitudinalmente simétricas, hilum inconspicuo o truncado, pared celular de 0.5-1.5 µm de grosor, hialinas a amarillo café, inamiloides. Se distribuye en Veracruz, Tlaxcala, Jalisco, Michoacán y Edo. de México. Todas las especies de este género son micorrícicas, crecen en forma gregaria en bosques templados de *Quercus* y coníferas bajo *Pinus oocarpa* y *Abies religiosa* en el mes de septiembre entre los 1450 y 3050 msnm. Este género es similar a *Aroramyces* pero difiere por que este último tiene gleba café y esporas ornamentadas con espinas embebidas en el utrículo (Castellano *et al.,* 2000). Está evolutivamente emparentado con los hongos gomphoides/phalloides (Phallomycetidae) (Hosaka *et al.*, 2006).

Leucogaster Hesse Fig. 2 g

Cuerpo fructífero globoso a irregular, 1-5 cm de diámetro. Peridio blanco a amarillo, a veces manchándose de rojo al secado, con rizomorfos adheridos hacia la base y costados. Gleba blanca; cuando húmedo, exuda un fluido blanco pegajoso de la cámaras redondas (1-2 mm de ancho) y llenas de esporas. Olor agradable como a frutas o aceitoso. Esporas globosas o ampliamente elipsoides, 6-19 µm, excluyendo la ornamentación reticular que forma espinas. La espora entera está envuelta por una membrana de pared delgada y suelta, lisa y hialina. Se distribuye hasta Michoacán con diferentes hospederos ectomicorrícicos desde Norteamérica a nivel del mar hasta grandes elevaciones en las montañas. Está evolutivamente emparentado con el Orden Russulales, Fam. Albatrellaceae (Trappe *et al.,* 2009).

Melanogaster Corda Fig.2 h

Cuerpo fructífero de 1-6 (10) cm de diámetro, globoso, elipsoide o irregular. Peridio café obscuro a café negruzco, ligeramente tomentoso, con rizomorfos robustos que presionan la base y los lados; en clima húmedo, a veces exuda gotas de líquido café. Gleba café obscura a negra, cámaras llenas de gel separadas por venas blancas o cafés amarillas pálidas. Olor a frutas o a ajo, dulce aceitoso. Esporas 6-22 x 3.5-13 µm, elipsoides a ovoides, fusoides, ventricosas o subcitriformes, longitudinalmente simétricas, lisas con una base truncada, pared de 1-2 capas, delgadas, café pálido a café obscuro, café púrpura, púrpura café o cercanamente a negro, inamiloides en Melzer. Se distribuye en Veracruz, Tlaxcala y Jalisco. Crece solitario o gregario en bosques de *Quercus* y mixto de *Pinus-Quercus*. Este género está evolutivamente emparentado con los Boletales en la Familia Paxilaceae (Binder & Bresinky, 2002; Cázares *et al.*, 2008; Trappe *et al.*, 2009).

Rhizopogon Fr.

Fig. 2 i

Cuerpo fructífero de 1-9 (-15) cm de diámetro, globoso a piriforme, plano o irregular. Peridio blanco a amarillo, salmón, rojo o café, a veces obscuro en la parte de arriba más que la base, muchas especies se manchan de rosa a rojo, violeta o café con el trato o al cortar, 0.5-2 mm de grueso, liso o finamente tomentosos o con rizomorfos entrelazados, la mayoría con rizomorfos comprimidos al menos en la

base y lados. Con KOH 5% produce una reacción en el peridio de gris a olivo, azul, púrpura, roja, café o negra. Gleba de color blanco a amarillo en basidiomas inmaduros con pequeñas cámaras que generalmente están vacías pero en algunas especies están llenas con esporas que al madurar son olivo, gris olivo, café olivo, café naranja o café negruzco. Olor a frutas, a vino, como queso, o a condimentos. Esporas en su mayoría simétricas cilíndricas a fusoides pero algunas especies tienen formas irregulares o elipsoides de 5-15 (-20) x 0.2-8 µm, lisas, en su mayoría de pared celular delgada, hialinas (individualmente) o amarillas pálidas o cafés pálidas, en masa amarilla a olivo o café, hilum inconspicuo o truncado en la base de la espora. Reacción al Melzer no distintiva pero en el subgénero *Amylopogon* cambia de gris a púrpura obscuro. Se distribuye en Tlaxcala, Jalisco, Veracruz y Michoacán. Crece solitario o gregario en bosque de coníferas, bajo *Pinus* spp. en el mes de agosto. Este género está evolutivamente relacionado al clado Suillineae en el Orden Boletales, Fam. Rhizopogonaceae (Bruns y Palmer, 1989).

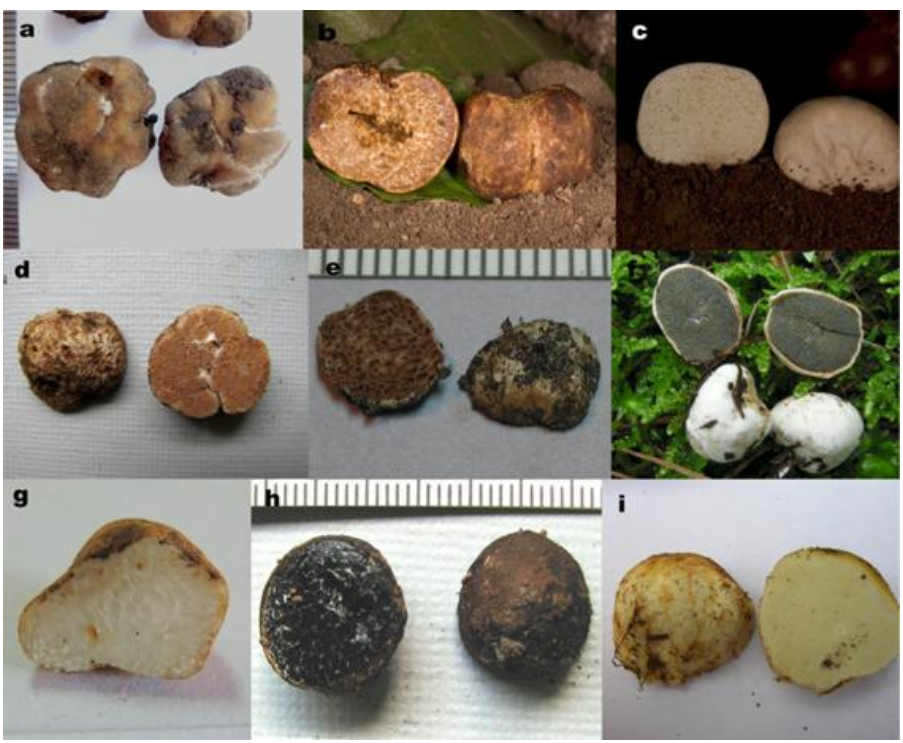


Figura 2. a-f. a.- *Tuber* sp., b.- *Alpova* sp., c.- *Cystangium* sp., d.- *Gautieria* sp., e.- *Hymenogaster* sp., f.- *Hysterangium* sp., g.-

Leucogaster sp., h.- *Melanogaster* sp., i.- *Rhizopogon* sp.

AGRADECIMIENTOS

Guevara G. y García J. agradecen a la DGEST y al PROMEP 2009-2014 (Red Temática Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos) por el apoyo económico otorgado para llevar a cabo esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Binder, M. & A. Bresinsky. 2002. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestros. Mycologia, 94(1):85-98.

Bonito, G. 2009. Systematics and Ecology of Truffles (*Tuber*). (phD. Tesis). Duke University.

Bruns, T. D. & J. D. Palmer. 1989. Evolution of mushroom mitocondrial DNA: Suillus and related genera. Journal of Molecular Evolution, 28:349-362.

Castellano, M. A., G. Guevara-Guerrero, J. García-Jiménez & J. M. Trappe. 2012. *Elaphomyces appalachiensis* Linder and *E. verruculosus* sp. nov. (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) from eastern North America. Revista Mexicana de Micología, 35: 17-22.

Castellano, M. A., J. M. Trappe, Z. Maser & C. Maser. 1989. Keys to spores of the genera of hypogeous fungi of North Temperate forests with special reference to animal mycophagy. Mad River Press: Eureka, California. 186 pp.

Castellano, M. A., A. Verbeken, R. Walleyn & D. Thoen. 2000. Some new or interesting sequestrate Basidiomycota from African woodlands. Kartsenia, 40: 11-21.

Cázares, E., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2008. *Melanogaster minysporus* sp. nov. un nuevo miembro secuestrado de los Boletales de México. Revista Mexicana de Micología, 28:67-69.

Cázares, E., J. García, J. Castillo & J. M. Trappe. 1992. Hypogeous fungi from northern México. Mycologia, 84:341-359.

Guevara, G., B. Stielow, H. Tamm, E. Cázares-González & M. Göker. 2012. *Genea mexicana*, sp. nov., and *Geopora tolucana*, sp. nov., new hypogeous Pyronemataceae from México, and the taxonomy of *Geopora* reevaluated. Mycological Progress, 11:711-724.

Guevara, G., G. Bonito, E. Cázares, J. Rodríguez, R. Vilgalys & J.M. Trappe. 2008a. *Tuber regimontanum*, a new species of truffle from México. Revista Mexicana de Micología, 26:17-20.

Guevara, G., G. Bonito, J. A. Trappe, E. Cázarez, G. Williams, R. A. Healy, C. Schadt

& R. Vilgalys. 2012. New North American *Tuber* spp. Mycologia, 105: 194-209.

Guevara, G., M. A. Castellano, J. García, E. Cázares & J. M. Trappe. 2008b. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from Northern México. Revista Mexicana de Micología, 28:95-100.

Guzmán, G. 1998. Inventoring the fungi of México. Biodiversity and Conservation, 7:369-384.

Healy, R., G. Bonito & G. Guevara-Guerrero. 2009. The truffle genus *Pachyphloeus* in the USA and Mexico: phylogenetic analysis and a new species. Mycotaxon, 107:61-71.

Hosaka, K., S. T. Bates, R. E. Beever , M. A. Castellano, W. Colgan III, L. S. Dominguez, E. R. Nouhra, J. Geml, A. J. Giachini, S. R. Kenney, N. B. Simpson, J. W. Spatafora & J. M. Trappe. 2006. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. Mycologia, 98:949-959.

Humpert, A. J., E. L. Muench, A. J. Giachini, M. A. Castellano & J. W. Spatafora. 2001. Molecular phylogenetics of *Ramaria* and related genera: evidence from nuclear large subunit and mitocondrial small subunit rDNA sequances. Mycologia, 93:465-477.

Læssoe, T. & K. Hansen. 2007. Truffle trouble: what happened to the Tuberales. Mycological Research, 111:1075-1099

Maser, C., A. W. Claridge & J. M. Trappe. 2008. Trees, truffles, and beasts, how forest function. New Jersey, EE. UU., Rutgers University Press. 280 pp.

McGraw, R., N. Duncan & E. Cázares. 2002. Fungi and other items consumed by the blue-grey taildropper slug (*Prophysaon coeruleum*) and the papillose taildropper slug (*Prophysaon dibium*). The Veliger, 45:261-264.

Montecchi, A. & M. Sarasini. 2000. Funghi ipogei d'Europa. Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici. Vicenza. 714 pp.

Morton, J. & G. L. Benny. 1990. Revised classification of Arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new Order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new familias, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. Mycotaxon, 37:471-491.

Pegler, D. N, B. M. Spooner & T. W. K. Young. 1993. British truffles, a revision of British hypogeous fungi. Royal Botanic Gardens, Kew. 242 pp.

Peintner, U., N. L. Bougher, M. A. Castellano, J. M. Moncalvo, M.M. Moser, J. M. Trappe & R. Vilgalys. 2001. Multiple origins of sequestrate fungi related to *Cortinarius* (Cortiniariaceae). American Journal of Botany, 88:2168-2179.

Smith M. E., J. M. Trappe & D. M. Rizzo. 2006. *Genea*, *Genabea* and *Gilkeya* gen. nov.: ascomata and ectomycorrhiza formation in a *Quercus* woodland. Mycologia, 98:699-716.

Trappe, J. M., R. Molina, D. L. Luoma, E. Cázares, D. Pilz, J. E. Smith, M. A. Castellano, L. Miller & M. J. Trappe. 2009. Diversity, ecology and conservation of the truffle fungi in forests of the Pacific Northwest. US Dept. of Agriculture, Forest Service General Technical Report, PNW-GTR-772.

Trappe, J. M., T. Lebel & M. Castellano. 2002. Nomeclatural revisions in the sequetrate Russuloid genera. Mycotaxon, 81:195-214.

Trappe, J. M. & E. Cázares. 1990. Evolución, ecología y micofagia en los hongos hipogeos. Revista Mexicana de Micología, 6:33-40.

Trappe, J. M. & G. Guzmán. 1971. Notes on some hypogeous fungi from México. Mycologia, 63:317-345.

¿CÓMO USAN EL PAISAJE DOS ESPECIES DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS EN LOS ANDES OCCIDENTALES DE COLOMBIA?

HOW TWO SPECIES OF DUNG BEETLES USE THE LANDSCAPE IN THE WESTERN ANDES OF COLOMBIA?

Carlos A. Cultid-Medina[1, 2 ,a], Bedir G. Martínez-Quintero[2], Juan Carlos Rudas[3], Tatiana Suarez[2], Sebastián Villada-Bedoya[4] & Federico Escobar[5].

[1]Grupo de Investigación en Biología, Ecología y Manejo de Hormigas. Universidad del Valle. Cali 25360, Valle del Cauca - Colombia. [2]Investigador asociado, Wildlife Conservation Society (WCS) – Colombia. Cali, Valle del Cauca – Colombia. [3]Biólogo, Universidad de Caldas. Manizales 275, Caldas – Colombia. [4]Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales. Universidad de Caldas. Manizales 275, Caldas – Colombia. [5]Red de Ecoetología, Instituto de Ecología, A.C., INECOL A.C. El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México.
[a]carlos.cultid@correounivalle.edu.co.

ABSTRACT

In the neotropics, Colombia is a country renowned for its long history in the ecological study of dung beetles (Scarabaeinae). However, much of the knowledge generated about these beetles focuses on questions about the ecological assemblages. In this sense, the knowledge about the biology and population dynamics of most of the species that inhabit the country is scarce. The aim of this study is to examine how dung beetles use a landscape dominated by sun-grown coffee. In an agricultural zone of the western Andes in Colombia, we followed the movements of *Oxysternon conspicillatum* and *Dichotomius* cf. *alyattes* between forest fragments and coffee plantations. Our research questions were: 1) Does movement pattern differ between species at the landscape scale? 2) Are movement patterns associated with differences in morphological variables between species (body mass and wing loading)? And 3) what are the minimum travel distances of each species? Although both species are large (>10 mm) and are dominant in areas with some level of human disturbance, they differ in the way they move across the landscape, in their wing loading and population size. A minimum distance of linear

displacement of about 1700 m (within 48 hours) indicates that these species may require more than 500 ha to maintain their populations. The realization of this work required the development of a new marked-method for large species of dung beetles and offers unprecedented information at population level for the Scarabaeinae of the Neotropical Andes.

Introducción

La población biológica es la unidad básica de estudio para la biología de la conservación. De hecho, la delimitación de áreas naturales y la planificación de mosaicos de conservación buscan garantizar la dinámica poblacional de especies focales, en su mayoría de vertebrados. Este sesgo hacia los animales grandes responde en algunos casos a la idiosincrasia de grupos humanos que los encuentran carismáticos, o de investigadores que han colocado a grandes vertebrados en el imaginario popular, pero también responde a ventajas operativas que facilitan los estudios poblacionales (*e. g.* marcaje de individuos). Sin embargo, en muchos paisajes con alta demanda antrópica, que al mismo tiempo son zonas con alta diversidad, las especies de grandes vertebrados se han extinguido localmente y las estrategias tradicionales de conservación son insuficientes para preservar y manejar dichos paisajes (*e. g.* Andes tropicales).

En este punto, los invertebrados y en particular los insectos se han posicionado como potenciales indicadores de diferentes tipos de afectación ambiental (Noss, 1990). Pero el seguimiento de poblaciones de insectos, en paralelo a los vertebrados, se ha visto limitado por restricciones logísticas asociadas a su tamaño corporal. No obstante, una vez superada dicha limitación, al menos cinco características de los insectos los hacen potencialmente útiles para monitorear los efectos de la actividad humana a diferentes escalas. Los insectos tienen: 1) ciclos de vida relativamente cortos y rápida respuesta a los cambios en su hábitat; 2) amplia variedad de preferencias alimenticias y por su abundancia dominan diferentes niveles tróficos; 3) ubiquidad en casi todos los tipos de paisaje; 4) son fáciles de muestrear; y 5) muchas especies son más fácilmente detectables que la mayoría de las

especies de vertebrados. A pesar de presentar fuertes restricciones operativas, como la determinación en el campo, grupos de insectos bien conocidos (*e. g.* mariposas y coleópteros) se han usado para monitorear cómo diferentes estrategias de manejo ambiental afectan a la diversidad.

Durante las últimas tres décadas, el estudio de los escarabajos coprófagos se ha concentrado en la ecología de comunidades y en evaluar la respuesta de los ensambles a través de diferentes escenarios de perturbación antrópica (Halffter y Favila, 1993; Nichols *et al.*, 2007). Aunque algunos autores han avanzado en otras líneas de investigación (*e. g.* fisiología, sistemática y ecología funcional), el conocimiento que tenemos a nivel poblacional para especies neotropicales de Scarabaeinae es todavía incipiente. Sobre muchas especies de la región desconocemos detalles básicos como longevidad, distribución intra e intersexual de tamaños corporales, tamaños poblacionales, así como cuáles factores y en qué magnitud modulan la persistencia de las especies a escala del paisaje. No obstante, en la última década se han realizado investigaciones que resaltan la necesidad de evaluar cómo las especies "perciben" y "usan" el paisaje. Los resultados de esta investigación señalan que los Scarabaeinae son un grupo ecológico que debe usarse para medir el efecto de la perturbación antrópica en la diversidad (*e. g.* Arrellano *et al.*, 2008a, 2008b).

El objetivo de este trabajo es examinar, desde el nivel poblacional, cómo usan el paisaje dos especies de escarabajos coprófagos, comunes en un paisaje agrícola de los Andes occidentales de Colombia, dominado por cultivos de café de sol: *Oxysternon conspicillatum* (Weber, 1801) y *Dichotomius* cf. *alyattes*. Para ello abordaremos las siguientes tres preguntas: 1) ¿Cómo difieren los patrones de movimiento de ambas especies a escala del paisaje? 2) ¿Las diferencias en los patrones de movimiento se asocian a diferencias en variables morfológicas como masa corporal y la capacidad de carga alar? Y 3) ¿cuáles son las distancias mínimas de desplazamiento en ambas especies? Abordar éstas preguntas ha requerido el desarrollo de un nuevo método de marcaje para especies grandes de Scarabaeinae (largo corporal $>$ 10mm) y ha permitido explorar aspectos poco estudiados para especies colombianas.

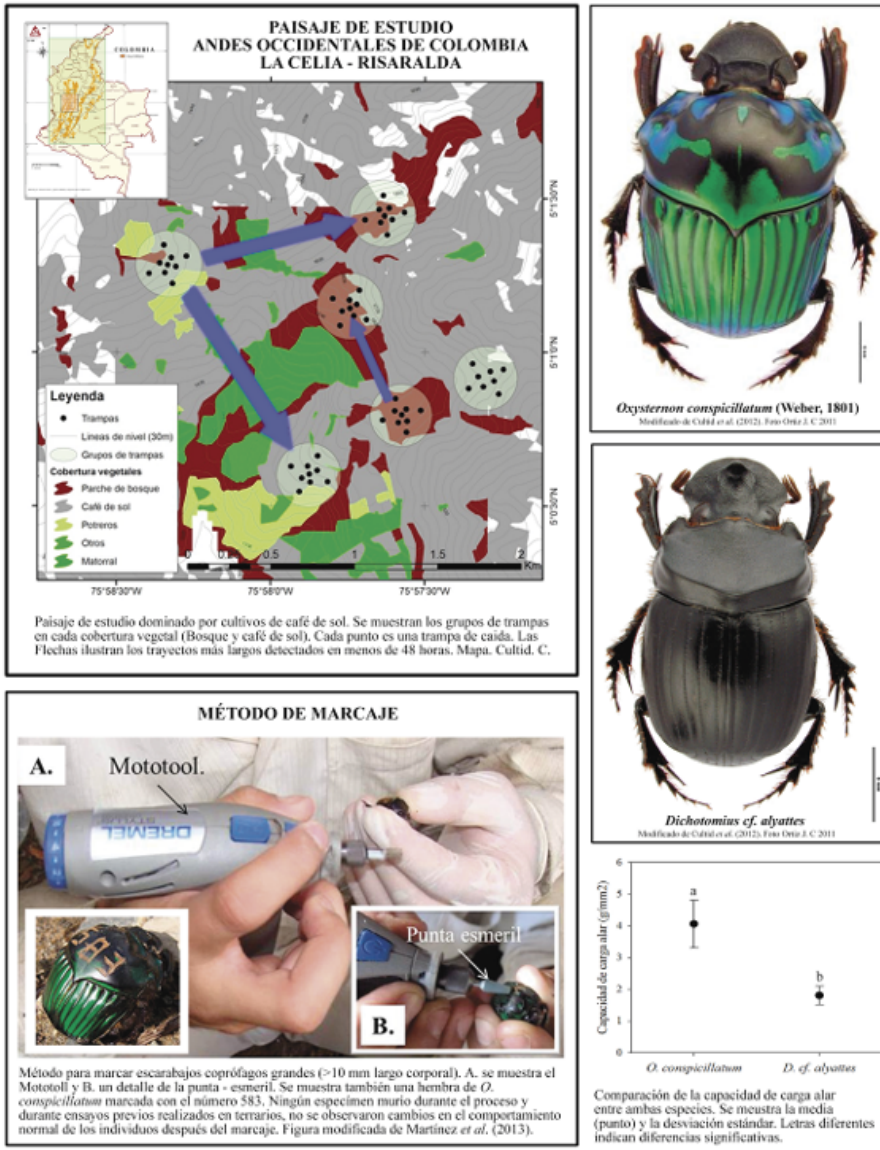
Este trabajo se realizó en un paisaje cafetero ubicado en los Andes occidentales de Colombia, entre los municipios de La Celia y Santuario (Risaralda; *Eje Cafetero*) (Figura 1). La fase de campo se

desarrolló entre marzo y agosto de 2012, y cubrió un área de muestreo de aproximadamente 500 ha. Para el muestreo de los escarabajos coprófagos se usaron trampas de caída no letales (Cultid *et al.*, 2012), dispuestas en seis grupos de cuadrantes anidados. Para el marcaje de los individuos se "tatuó" un número consecutivo por individuo (sin importar la especie) sobre la superficie dorsal del pronoto o de los élitros (Figura 1). La marca resultante es superficial, en bajo relieve, permanente y no afecta la integridad del espécimen (Martínez-Quintero *et al.*, 2013).

Oxysternon conspcillatum (Weber, 1801) es una especie grande (10-35 mm de largo), ampliamente distribuida en el neotrópico (50-4300 m), principalmente coprófaga, de actividad diurna y presente en diferentes coberturas vegetales (Edmonds & Zídek, 2004) (Figura 1). Sin embargo, en localidades de los Andes colombianos, esta especie puede ser común o muy dominante en coberturas de origen antrópico como cultivos de café, potreros con actividad ganadera y zonas verdes urbanas (Escobar, 2004; Cultid *et al.*, 2012). En el paisaje de estudio, *O. conspicillatum* es dominante en los cultivos de café de sol y su presencia al interior de bosques grandes (>100 ha) se limita a 30 m del borde. En el paisaje, se observó que la especie puede usar excremento de animales domésticos (perro y cerdos), de ganado (caballo y vaca) y de humano. *Dichotomius* cf. *alyattes* (Figura 1) es una especie grande (17-23 mm), coprófaga, de actividad nocturna e igualmente abundante en bosques como en cafetales de sol, por lo cual, a través del ecotono bosque-café de sol, no parece ser afectada por el borde. Esta relativa plasticidad en sus preferencias de hábitat le permite a la especie estar presente en muchos paisajes fragmentados de la Ecorregión del Eje Cafetero. El muestreo con trampas pitfall indica que ninguna de las especies presenta estacionalidad en su abundancia.

Se capturaron y marcaron 1470 y 632 individuos de *O. conspicillatum* y *D.* cf. *alyattes* respectivamente (ningún individuo murió durante el marcaje). En total se recapturaron 379 individuos (18%) cantidad que superó en proporción el nivel de recaptura obtenido por trabajos similares y realizados durante un tiempo de muestreo mayor, 2.25% ($N_{total} = 931$, Escobar & Chacón, 2000) y 5% ($N_{total} = 2460$, Arellano *et al.*, 2008). Al examinar los datos de recaptura se destacan tres aspectos importantes: 1) los individuos de ambas especies pueden recorrer largas distancias en relativamente poco tiempo (hasta 1700 m en menos de 48 horas) (Figura 1); 2) a pesar de

que ambas presentan alta capacidad de movimiento, usan de forma diferente el paisaje: *Oxysternon conspicillatum* se desplaza principalmente a través de la matriz de café de sol, evitando los parches de bosque nativo y se observó que su mayor momento de actividad de vuelo tiene lugar entre las 10:00 horas y el medio día. Por su parte, *Dichotomius* cf. *alyattes* es una especie nocturna, y aunque puede penetrar los cultivos de café de sol, parece preferir desplazarse entre parches de bosques. 3) Aunque ambas especies presentan largos corporales similares, *O. conspicillatum* presentó mayor masa corporal y capacidad de carga alar (Figura 1).



Paisaje de estudio dominado por cultivos de café de sol. Se muestran los grupos de trampas en cada cobertura vegetal (Bosque y café de sol). Cada punto es una trampa de caída. Las Flechas ilustran los trayectos más largos detectados en menos de 48 horas. Mapa. Cultid. C.

Método para marcar escarabajos copróflagos grandes (>10 mm largo corporal). A. se muestra el Mototoll y B. un detalle de la punta - esmeril. Se muestra también una hembra de *O. conspicillatum* marcada con el número 583. Ningún especimen murio durante el proceso y durante ensayos previos realizados en terrarios, no se observaron cambios en el comportamiento normal de los individuos después del marcaje. Figura modificada de Martínez *et al.* (2013).

Comparación de la capacidad de carga alar entre ambas especies. Se muestra la media (punto) y la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Figura 1. Área de estudio, método de marcado, especies de estudio y capacidad de carga alar de *Oxysternon conspicillatum* y *Dichotomius* cf. *alyattes*.

Según el método de Jolly-Seber, ambas especies presentaron un patrón unimodal en la fluctuación del tamaño poblacional, donde el pico máximo se alcanzó en junio (25592 y 30932 inds. de *D.* cf. *alyattes* y *O. conspicillatum* respectivamente), justo después del pico de precipitación. Antes y después de junio, el tamaño poblacional

estimado para *D. alyattes* no superó los 3713 individuos, y para *O. conspicillatum* no se obtuvieron valores mayores a 7738 individuos. Con base en muestreos realizados anteriormente en el paisaje de estudio, el tamaño poblacional estimado de *O. conspicillatum* superó las expectativas, debido a que es una especie considerablemente menos abundante que *D.* cf. *alyattes*.

No obstante, si se tiene en cuenta la capacidad alar, es posible sugerir que si bien *O. conspicillatum* es poco abundante, su alto rango de dispersión indica que la población de esta especie usa un área que supera los límites del área de muestreo (500 ha). En contraste, la abundancia de *D.* aff. *alyattes* es mayor debido a que su desplazamiento en el paisaje cafetero evaluado, está restringido por la proximidad entre parches de bosque.

En relación con su tamaño corporal y abundancia, *Oxysternon conspicillatum* y *D.* cf. *alyattes* son componentes importantes del paisaje andino estudiado y probablemente las poblaciones evaluadas juegan un papel crítico en el procesamiento del excremento en grandes extensiones. Por ejemplo, de acuerdo con Medina *et al.* (1990), *O. conspicillatum* puede cargar hasta 40 veces su tamaño corporal y un individuo puede trasladar en poco tiempo más de 60 gramos de excremento. De esta forma, con base en el mínimo tamaño poblacional estimado en el presente estudio, y asumiendo que todos los individuos encuentran comida al mismo tiempo, en un momento dado 126 individuos de *O. conspicillatum* pueden remover alrededor de 7.5 kg de excremento en menos de media hora. Así, la población máxima estimada podría estar contribuyendo con la remoción de aproximadamente dos toneladas de excremento.

Los resultados de este trabajo sugieren que *O. conspicillatum* y *D.* cf. *alyattes* pueden ser modelos ideales para abordar algunas preguntas sobre el uso y percepción del paisaje agrícola por parte de las especies. Se demuestra que algunas de las especies grandes de los ensambles andinos también requieren áreas superiores a las establecidas tradicionalmente para estudios de estos insectos (entre 400 y 500 ha, e. g. Numa *et al.,* 2009; Larsen *et al.,* 2008; Rös *et al.,* 2011). Por lo cual, estudios enfocados en la ecología poblacional de las especies neotropicales de Scarabaeinae, pueden otorgar información robusta en el momento de realizar estudios de diagnóstico ambiental y para evaluar hipótesis recientemente establecidas para establecer cómo la heterogeneidad espacial del paisaje modula la persistencia de las

poblaciones animales.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto "Análisis de heterogeneidad espacial y diversidad de hormigas y escarabajos coprófagos en paisajes cafeteros" financiado por COLCIENCIAS, la Universidad del Valle y Wildlife Conservation Society (WCS) - Colombia (Proyecto no.110652128706).

Bibliografía citada

Arellano, L., J. León-Cortes & G. Halffter. 2008a. Response of dung beetle assemblages to landscape structure in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. Insect Conservation and Diversity, 1:253-262.

Arellano, L., J. León-Cortes & O. Ovaskainen. 2008b. Patterns of abundance and movement in relation to landscape structure: a study of a common scarab (*Canthon cyanellus cyanellus*) in Southern Mexico. Landscape Ecology, 23:69-78.

Cultid, C. A., C. A. Medina, B. Martínez, A. F. Escobar, L. M. Constantino & N. Betancur. 2012. Escarabajos coprófagos (*Scarabaeinae*) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS - Colombia, CENICAFÉ y la Federación Nacional de Cafeteros. Villa María, Colombia. 196p. Disponible en: http://colombia.wcs.org

Edmonds, W. & D. Zídek. 2004. Revision of the neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (*Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini*). *Folia Heyrovskyana, Supplementum*, 11:1-58.

Escobar, F. & P. Chacón. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (*Scarabaeinae, Aphodiinae*) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. Revista de Biología Tropical, 48:961-975.

Escobar, F. 2004. Diversity and composition of dung beetles (*Scarabaeinae*) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. Tropical Zoology, 17:123-136.

Halffter, G. & M. Favila. 1993. The *Scarabaeinae* (*Insecta*: *Coleoptera*) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscape. Biology International, 27:15-21.

Larsen, T. H., A. Lopera & A. Forsyth. 2008. Understanding trait-dependent community disassembly: dung beetles, density Functions, and forest fragmentation. Conservation Biology, 22:1288-1298.

Martínez-Quintero, B., C. Cultid-Medina & J. C. Rudas-Grajales. 2013. Método para

marcar escarabajos coprófagos (*Coleoptera: Scarabaeinae*) y su implementación en los Andes de Colombia. Acta Zoológica Mexicana (n. s), 29:448-451.

Medina, C., F. Escobar & M. A. Rojas De Hernández. 1991. Aspectos ecológicos y biomecánicos de *Oxysternon conspicillatum* (*Coleoptera: Scarabaeidae*) en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología, 16:54-61.

Nichols, E., T. Larsen, S. Spector, A. L. Davis, F. Escobar, M. Davila, K. Vulinec & The Scarabainae Research Network. 2007. Global dung beetles response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta – analysis. Biological Conservation, 137:1-19.

Noss, R. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology, 4:355-364.

Numa, K., J. R. Verdú, A. Sánchez & E. Galante. 2009. Effect of landscape structure on the spatial distribution of Mediterranean dung beetle diversity. Diversity and Distributions, 15:489-501.

Rös, M., F. Escobar & G. Halffter. 2011. How dung beetles respond to a human-modified variegated landscape in Mexican cloud forest: a study of biodiversity integrating ecological and biogeographical perspectives. Diversity and Distributions, 18:377-389.

PARTICIÓN TEMPORAL DE NICHO DE LA FAMILIA CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) EN TRES LOCALIDADES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

TEMPORARY NICHE PARTITION OF THE FAMILY CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) IN THREE LOCALITIES OF THE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA RESERVE, MORELOS

José Guadalupe Martínez-Hernández, Víctor Hugo Toledo-Hernández, Alejandro Flores-Palacios & Angélica María Corona-López.

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

ABSTRACT

It is known that the structure of a community is determined by the way its members interact. In groups where there is a clear trophic overlap and temporal niche differentiation as the Cerambycidae family, it is logical to ask whether there are differences between communities that generates temporal differentiation, beyond the identity of the species composition. This work shows that there exist differences among communities of Cerambycidae with diurnal and nocturnal activity.

La estructura de la comunidad está influida por las distintas formas en que sus miembros interactúan. Estas interacciones se pueden dar a través del tiempo y el espacio (Kraker, 2008). Las especies ecológicamente similares que están presentes en un mismo espacio tienden a competir, y una solución a la competencia es desarrollar adaptaciones de especialización en relación al uso del recurso, generando una diferenciación de nicho, que permite el reparto de tal recurso (Chiappa-Carrara *et al.*, 2004).

Pianka (1973) discute que los animales reparten los recursos en el ambiente de tres formas básicas: trófica, espacial y temporalmente, a las que llama *dimensiones de nicho*, por lo que sugiere que competidores con un alto traslape en alguna dimensión de nicho se superponen poco o nada en otra dimensión, reduciendo o eliminando la competencia entre ellos.

La familia Cerambycidae es un grupo importante de coleópteros, no sólo por la cantidad de especies conocidas hasta ahora [35,000 (Grimaldi & Engel, 2005)], sino también, por su diversidad morfológica y relevancia ecológica, la cual desarrollan activamente degradando madera en los bosques y selvas; por sus hábitos saproxilófagos (particularmente de sus larvas) existe un traslape trófico de sus especies. Además de que presentan una marcada diferenciación temporal de nicho, existen especies con hábitos de actividad diurna y nocturna (Linsley, 1959; Hovore, 2006).

En México existen varios trabajos en los que se describen patrones sobre la riqueza de especies de la familia Cerambycidae en localidades particulares (Chemsak & Noguera, 1993; Noguera *et al.*, 2002, 2007, 2009, 2012; Toledo *et al.*, 2002; Rodríguez-Mirón, 2009); no osbstante, ninguno ha explorado la partición temporal de nicho de esta familia. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue determinar si existen diferencias significativas en la diversidad entre periodos de actividad por localidad y del mismo periodo de actividad entre localidades.

Materiales y métodos

Área de estudio

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) se encuentra al sur del estado de Morelos y cuenta con una superficie cercana a las 60,000 ha, cubiertas en su mayoría por selva baja caducifolia (Miranda & Hernández-X., 1963). Se seleccionaron tres localidades: Coaxitlán en la parte oeste, Huaxtla en la parte sur y El Limón de Cuachichinola en la parte este de la reserva (Figura 1).

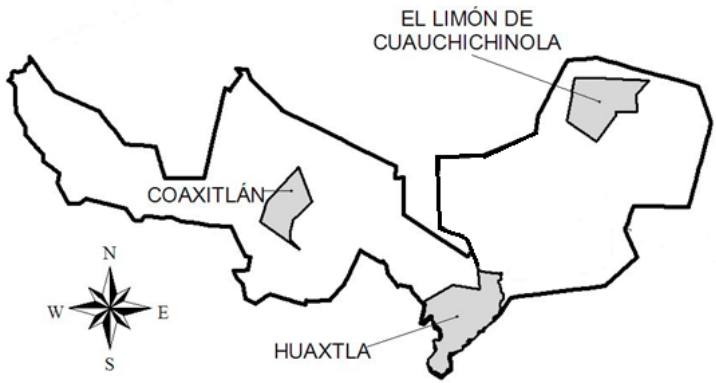


Figura 1. Ubicación geográfica dentro de la REBIOSH de las localidades de estudio, Coaxitlán, Huaxtla y El Limón de Cuauchichinola.

Muestreo

Se realizaron muestreos sistemáticos durante un ciclo anual en cada una de las tres áreas. Durante las recolectas diurnas se realizaron recorridos para la búsqueda de organismos en todo tipo de vegetación que pudiera ser accesible. Para ello se utilizaron métodos directos (colecta manual) e indirectos (red aérea y la manta de golpeo) para capturar individuos presentes en la vegetación herbácea o arbustiva (Morón & Terrón, 1988).

En las recolectas nocturnas se utilizó la trampa de luz tipo pantalla, con dos lámparas de vapor de mercurio de 175 watts. Con este método indirecto, se recolectaron individuos de hábitos nocturnos

con fototropismo positivo presentes en la vegetación circundante (Morón & Terrón, *op cit.*).

Análisis de datos

Se utilizaron curvas de acumulación de especies, ya que éstas permiten comparar la riqueza entre periodos de actividad de una manera gráfica y brindan una idea de la efectividad del muestreo realizado, además, se emplearon estimadores no paramétricos ICE y Chao 2 para evaluar la riqueza real por periodo de actividad, para calcular dichas curvas se usó el programa Estimates 8.2. También se utilizaron curvas de dominancia diversidad que permiten evaluar de forma visual la estructura de la comunidad. Para calcular los valores diversidad (alfa) para cada periodo de actividad se utilizaron las medidas de diversidad verdadera (Jost, 2006, 2007), además, se calculó el índice de inequidad (IF), que aporta la proporción de especies raras en la comunidad ($IF_{0,1}$) y la proporción de especies dominantes de la comunidad ($IF_{0,2}$) (Jost, 2010). Para determinar si existen diferencias significativas entre los valores de diversidad de los periodos de actividad por localidad y entre localidades se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001) y se empleó una prueba de *t* para índices de diversidad (Zar, 2009). Para analizar la composición de los periodos de actividad de Cerambycidae se calcularon valores pareados de los índices de similitud de Jaccard y Morisita-Horn entre periodos, los cuales expresan el grado en el que las muestras son semejantes, estos dos índices se calcularon utilizando la fórmula para la similitud composicional entre comunidades (Jost, *op cit.*). Las matrices de Jaccard y Morisita - Horn se analizaron con la técnica de escalamiento multidimensional, la cual representa en varias dimensiones la cercanía entre unidades de muestreo (Dunn & Everitt, 2004).

Resultados

Se obtuvieron un total de 6,279 individuos de 256 especies de Cerambycidae para las tres localidades, de los cuales 3,787 individuos de 154 especies presentaron actividad nocturna, y 2,492 individuos de 102 especies presentaron actividad diurna. Este patrón de una mayor abundancia y riqueza de especies con actividad nocturna se encontró en las tres localidades.

Las comunidades con actividad nocturna y diurna presentan un número similar de especies muy abundantes (≥ 100 individuos), mientras que para las especies abundantes (10-99 individuos) y poco abundantes o raras (1-9 individuos) las comunidades con actividad nocturna presentan un mayor número de especies que las de actividad diurna (Figura 2).

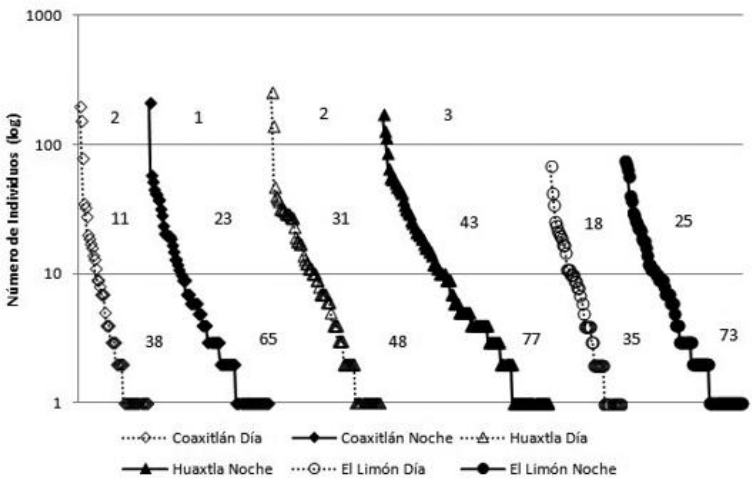


Figura 2. Gráfica de dominancia/diversidad, entre las líneas de división horizontal el número de especies con una abundancia (1-10) baja, (10-100) media y (100-1000) alta.

Las curvas de acumulación de especies (Figura 3) no muestran un comportamiento asintótico para ninguna de las dos actividades (nocturna y diurna) en las tres localidades, lo cual es confirmado por los estimadores no paramétricos que en promedio indican que hace falta por registrar el 27% de las especies con actividad diurna y 25% de las especies con actividad nocturna, lo que sugiere que es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo y complementarlo con otras técnicas de captura.

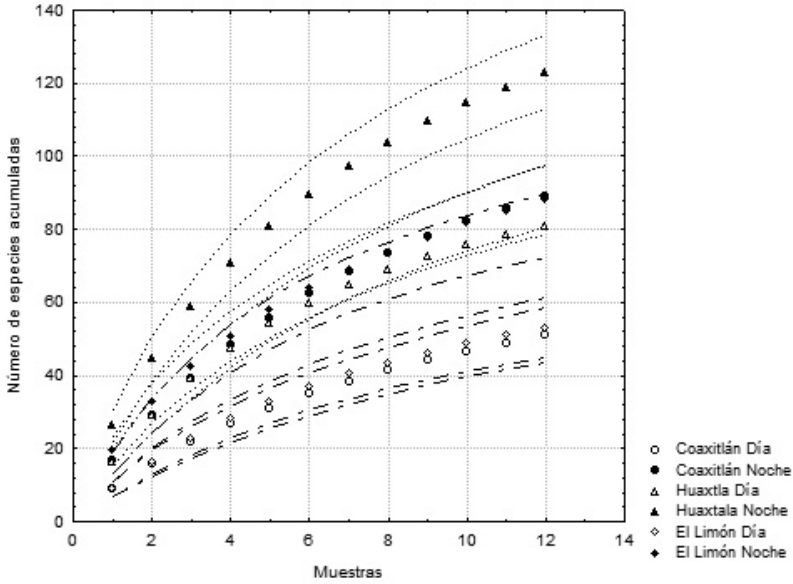


Figura 3. Curvas de acumulación de especies.

Los valores más altos de diversidad (alfa) y número efectivo de especies (${}^{0}D\alpha$, ${}^{1}D\alpha$ y ${}^{2}D\alpha$) los presentaron las comunidades con actividad nocturna (Figura 4). El factor de inequidad indicó que las comunidades de actividad diurna presentan la mayor proporción de especies con baja abundancia ($IF_{0,1}$) y son las comunidades con una mayor dominancia de especies ($IF_{0,2}$).

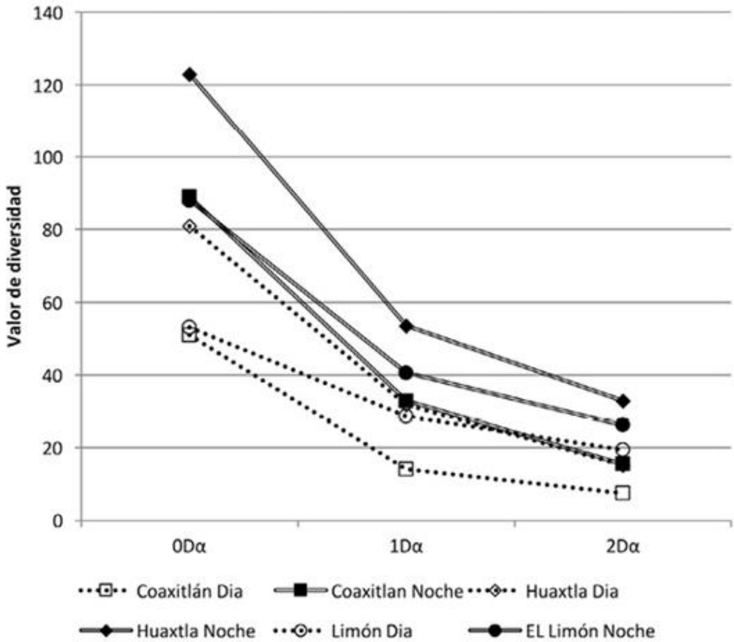


Figura 4. Perfiles de diversidad de cada localidad por actividad.

Los mayores valores del índice de diversidad de Shannon se obtuvieron para la comunidad con actividad nocturna de las tres localidades. Todos los valores de diversidad de Shannon presentan una diferencia estadísticamente significativa, tanto entre periodos de actividad por localidad (Cuadro 1) y del mismo periodo de actividad entre localidades ($t_{0.05(2)\cdot 4315} = 18.18$).

Cuadro 1. Valores de diversidad de Shannon (H´) y de la prueba de t para índices de diversidad.

	[illegible]	
	[illegible]	
[illegible]	H´	
	[illegible]	

Los valores promedio de similitud de los índices de Jaccard y Morisita-Horn para el periodo de actividad diurna son de 0.14 y 0.20 respectivamente, y para el periodo de actividad nocturna son de 0.18 y

0.21, lo que indica que existe una gran variación entre las muestras de cada periodo. Sin embargo, al juzgar las gráficas del NMDS, éstas mostraron una clara división de los periodos de actividad nocturna y diurna, y se nota que existe una mayor variación en la composición en el periodo de actividad diurna que en el de actividad nocturna (Figura 5).

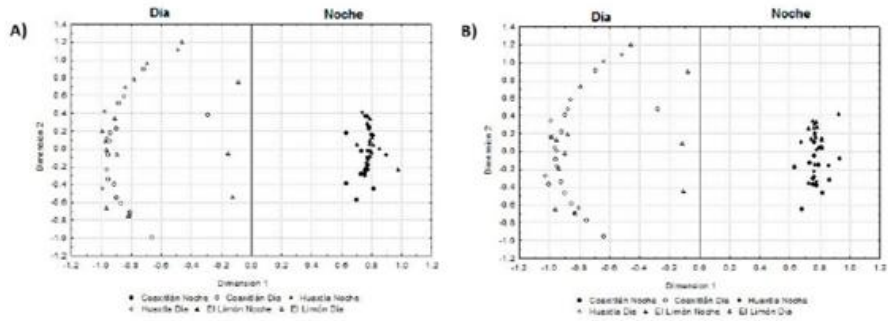


Figura 5. Gráficas de escalamiento multidimensional A) Jaccard y B) Morisita – Horn.

Conclusiones

Existe una clara partición de nicho temporal en las especies de la familia Cerambycidae en las tres localidades. La comunidad con actividad nocturna presenta los valores más altos de riqueza, abundancia y diversidad; sin embargo, muestra una menor variación en su composición de especies en comparación con la comunidad de actividad diurna. El que existan diferencias significativas entre los valores de diversidad del mismo periodo de actividad entre las tres localidades nos indica que existe un alto recambio de especies entre localidad así como entre actividades (diurna y nocturna). Y ya que los estimadores no paramétricos estiman una proporción similar de especies por encontrar en ambas comunidades, es necesario explorar la implementación de técnicas de captura complementarias a las que ya se utilizan para lograr un mejor conocimiento de la comunidad de Cerambycidae en el paisaje estudiado.

Agradecimientos

A los estudiantes que apoyaron en la recolecta del material. Este trabajo se desarrolló con apoyo de la Red de Cuerpos Académicos "Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos", bajo el proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales" (PROMEP 103.5/09/1187). Al Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por su apoyo para realizar las investigaciones.

Bibliografía citada Chiappa-Carrara, X., Rojas-Herrera, A.A. & M. Mascaro. 2004. Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus gattatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. Revista de Biología Tropical, 52(1):177-185.

Chemsak, J. A. & F. A. Noguera. 1993. Annotated checklist of the Cerambycidae of the Estación Biológica Chamela, México (Coleoptera), with descriptions of new genera and species. Folia Entomológica Mexicana, 89:55-102.

Dunn, G. & B. S. Everitt. 2004. An introduction to Mathematical Taxonomy. Cambridge, University Press. Cambridge.

Grimaldi, D & M. S. Engel. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, Cambridge, New York. 755 pp.

Hovore, F. T. 2006. The Cerambycidae (Coleoptera) of Guatemala. Pp. 363-378. En: Biodiversidad de Guatemala. E. Cano (Ed.). Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

Jost, L. 2006. Entropy and Diversity. Oikos, 113(2):363-375.

Jost, L. 2007. Partition diversity into independent alpha and beta components. Ecology, 88(10):2427-2439.

Jost, L. 2010. The relation between evenness and diversity. Diversity, 2:207-232.

Kraker, C. 2008. Comparación de nicho entre dos especies simpátridas de murciélagos del género *Carollia* (Mammalia: Chiroptera) en Guatemala. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Linsley, E. G. 1959. Ecology of Cerambycidae. Annals of the Entomological Society of America, 4:99-138.

Miranda, F. & E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana, 28:291-279.

Monné, M. A. & L. G. Bezark, (Comps.). 2009. Checklist of the Cerambycidae or longhorned beetles (Coleoptera) of the Western Hemisphere 2009 Version (updated through 31 December 2010) 470 p. http://plant.cdfa.ca.gov/byciddb/documents.html

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T— Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, V. 1, España.

Morón, M. A. & R. A. Terrón. 1988. Entomología práctica. Instituto de Ecología. A.

C. México. D.F.

Noguera, F. A., J. A. Chemsak, S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García, E. González-Soriano & R. Ayala. 2002. Diversity of the Family Cerambycidae (Coleoptera) of the tropical dry forest of Mexico, I. Sierra de Huautla, Morelos. Annals of the Entomological Society of America, 95(5):617-627.

Noguera, F. A., J. A. Chemsak, S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García, E. González-Soriano & R. Ayala. 2007. A faunal of Cerambycidae (Coleoptera) from one region with tropical dry forest in Mexico: San Buenaventura. The Pan-Pacific Entomology, 83:296-314.

Noguera, F. A., M. A. Ortega-Huerta, S. Zaragoza-Caballero, E. González-Soriano, & E. Ramírez-García. 2009. A faunal of Cerambycidae (Coleoptera) from one region with tropical dry forest in Mexico: Sierra de San Javier, Sonora. The Pan-Pacific Entomology, 82(2):70-90.

Noguera, F. A., S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. González-Soriano, E. Ramírez-García, R. Ayala & M. A. Ortega-Huerta. 2012. Cerambícidos (Coleoptera: Cerambycidae) del bosque tropical caducifolio en Santiago Dominguillo Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83:611-622.

Pianka, E. 1973. The estructure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics, 4:53-74.

Rodríguez-Mirón, G. M. 2009. Escarabajos longicornios (Coleoptera: Cerambycidae) de la zona central de las sierras Taxco-Huautla. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México.

Toledo, V. H., F. A. Noguera, J. A. Chemzak, F. T. Hovore & E. F. Giesbert. 2002. The Cerambycidae fauna of the tropical dry forest of “El Aguacero” Chiapas, Mexico. The Coleopterists Bulletin, 56(4):515-532.

Zar, J.H. 2009. Biostatistical Analysis. 5a ed. Pearson Prentice Hall, EE. UU.

RIQUEZA DE ESPECIES DE CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

SPECIES RICHNESS OF CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) FROM MORELOS STATE, MEXICO

Víctor Hugo Toledo-Hernández[1,A], José Guadalupe Martínez-Hernández[1], Angélica María Corona-López[1], Alejandro Flores-Palacios[1], Svetlana N. Myartseva[2], Enrique Ruíz-Cancino[2] & Juana María Coronado-Blanco[2].

[1]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [2]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [a]victor.toledo@uaem.mx

ABSTRACT

An update of the richness of Cerambycidae (Coleoptera) for the Morelos State is presented, in which 340 species were recorded, from 147 genera, 39 tribes and 5 subfamilies. Morelos thus becomes the third richest state of Cerambycidae in Mexico. Similarly, this number of species represents 20.9% of the wealth of this family in the national level.

Introducción

Cerambycidae es una familia de coleópteros con gran número de especies [35,000 (Grimaldi & Engel, 2005)]. Es por demás llamativa y en muchos casos fácil de identificar, sobre todo aquellas especies con antenas largas, aunque es también un grupo con gran diversidad morfológica, en el cual se pueden encontrar miméticos de hormigas, avispas, abejas y de otras familias de coleópteros (Fig. 1). Con una distribución cosmopolita y presentando su mayor riqueza en las regiones tropicales, este grupo de insectos desempeña funciones

ecológicas importantes; en estado adulto, la más relevante es su participación en la polinización de gran cantidad de plantas, entre herbáceas y árboles. En estado larval, todas las especies de Cerambycidae se desarrollan en madera (xilófagas), ya sea de árboles enfermos, moribundos o muertos (Linsley, 1961; Hovore, 2006), de los cuales se alimentan, y con sus excretas fertilizan y enriquecen los suelos donde la madera se encuentra.

Algunos autores han generado información sobre Cerambycidae en Morelos, Burgos-Solorio &Trejo-Loyo (2001), hacen un recuento de las especies de Coleoptera de Morelos, en el cual, mencionan tener conocimiento de 75 géneros y 111 especies de Cerambycidae. En el 2002, investigadores de la UNAM, publican un estudio sistemático de un ciclo anual desarrollado en una localidad de la REBIOSH, en el cual documentan 153 especies para esta familia (Noguera *et al.*, 2002). Recientemente, Noguera (2014) publicó datos sobre la biodiversidad de Cerambycidae en México, en los cuales menciona que los estados mejor representados en el conocimiento de esta familia son Veracruz (406), Oaxaca (343), Jalisco (327) y Chiapas (315). Para el estado de Morelos sólo tiene registradas 194 especies.

En sí, Morelos es uno de los estados más pequeños en extensión territorial de México, ocupa tan sólo el 0.2 % de la superficie nacional. No obstante lo anterior, su ubicación puede considerarse privilegiada. El territorio Morelense forma parte de la Sierra Madre del Sur y de la Faja Volcánica Transmexicana. Biogeográficamente hablando, su parte norte es templada, llega a presentar altitudes superiores a los 4,000 m cerca del volcán Popocatépetl, parte de la Región Neártica, y el resto del estado es netamente Neotropical, presentando la altitud más baja a 800 m en el cauce del Río Amacuzac (INEGI, 1981). Este gradiente altitudinal le da a Morelos un mosaico de flora interesante, en el que algunos autores reconocen 13 tipos de vegetación, de los cuales sobresalen el bosque tropical caducifolio (BTC) y el bosque de pino-encino por su extensión (Bonilla-Barbosa & Villaseñor, 2003). Por otro lado, se considera que más de la mitad de la extensión del estado es terreno montañoso, con formaciones frecuentes de barrancas que permiten la formación de microhábitats, en los cuales se pueden desarrollar composiciones florísticas particulares, lo que conlleva un desarrollo de fauna particular.

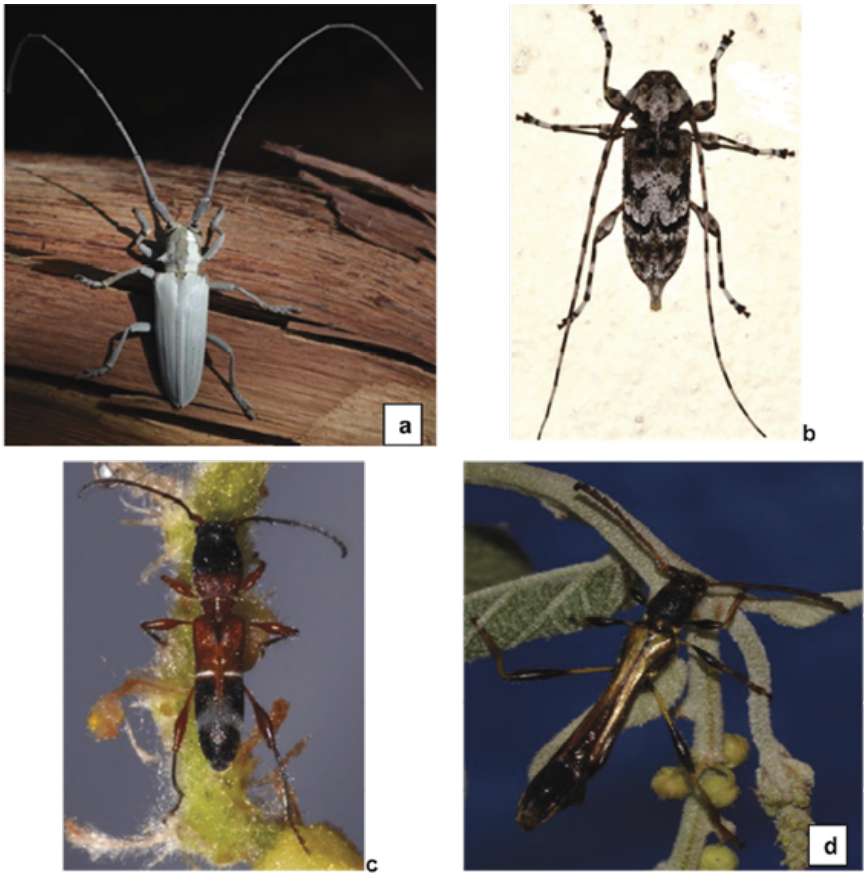


Figura 1. Especies de la familia Cerambycidae, a) *Plagiohammus imperator* (Thomson), b) *Olenosus serrimanus* Bates, c) *Euderces longicollis* (Linsley), d) *Odontocera aurocincta* Bates.

Morelos por su cercanía a la Ciudad de México, así como por su geografía, clima y vegetación, siempre ha sido un lugar idóneo para la colecta de insectos por parte de entomólogos nacionales, quienes en muchas ocasiones visitan el estado para realizar prácticas docentes, en las cuales se recolecta fauna de Morelos. De igual forma, entomólogos extranjeros hacen paradas obligatorias para recolectar los grupos de insectos de su interés.

Este trabajo tiene como objetivo actualizar la información sobre la riqueza de especies de Cerambycidae con base en la exploración bibliográfica y en la revisión del material resguardado en la Colección de Insectos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (CIUM).

METODOLOGÍA Los resultados presentados en este trabajo se basan en una consulta bibliográfica; asimismo, se incluyen los datos generados en los proyectos desarrollados sobre biodiversidad de insectos que han realizado los investigadores del CIByC y estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UAEM. Se realizó el arreglo taxonómico con base en Bezark y Monné (2013). Se anexa un resumen taxonómico en el que se incluyen subfamilias, tribus, géneros y número de especies.

RESULTADOS

La revisión de los listados más recientes y los datos generados de los proyectos realizados en el CIByC en el estado de Morelos reconoce 340 especies de Cerambycidae, incluidas en 147 géneros, 39 tribus y 5 subfamilias (Cuadro 1 y 2). Dentro de esta composición sobresalen las subfamilias Cerambycinae y Lamiinae por su riqueza, al igual que las tribus Elaphidiini, Acanthocinini y Trachyderini.

Tomando en cuenta este nuevo resultado, Morelos se presenta como el tercer estado con mejor conocimiento de la riqueza de Cerambycidae a nivel nacional, por arriba de Chiapas y Jalisco, y sólo ligeramente superado por Oaxaca, que cuenta con 343 especies (Noguera, 2014). Lo anterior significa que la contribución de este trabajo es de casi 75% más de lo registrado por Noguera (*op. cit.*).

Por otra parte, prácticamente el 95% de los Cerambycidae de Morelos han sido registrados principalmente de cuatro localidades del bosque tropical caducifolio de la REBIOSH. A diferencia de la REBIOSH, otra de las reservas importantes en Morelos, el Corredor Biológico Chichinautzin, un área de protección de flora y fauna con ecosistemas templados en los que sobresalen los bosques de pino, encino y oyamel, se encuentra prácticamente inexplorado en términos entomológicos. Aunque esta reserva se encuentra más cercana a la Ciudad de México, el interés por su fauna entomológica no ha ponderado entre los entomológos tanto nacionales como extranjeros.

Por lo tanto, explorar otras áreas de BTC de la REBIOSH, así como los otros tipos de vegetación en el estado seguramente incrementaría de manera notable el número de registros de Cerambycidae para Morelos.

Cuadro 1. Subfamilias, número de tribus, géneros y especies registrados en el Estado de Morelos.

SUBFAMILIA	No. GÉNEROS
Parandrinae	1
Prioninae	4
Lepturinae	12
Cerambycinae	84
Lamiinae	59
TOTAL	47

El total de especies de Cerambycidae registrado hasta ahora para Morelos, representa el 20.9% de la riqueza de esta familia para México, y el 0.96% a nivel mundial. Estos porcentajes son realmente elevados, sobre todo si consideramos que Morelos es uno de los estados más pequeños del País. Sin embargo, lo anterior no es más que una evidencia adicional de la falta de interés en el estudio de este grupo de coleópteros, ya que si se hiciera una revisión de colecciones regionales en cada estado, nuestro conocimiento sobre la riqueza de especies de Cerambycidae y de su distribución en México sería más adecuada.

Cuadro 2. Resumen taxonómico de la familia Cerambycidae en el Estado de Morelos.

SUBFAMILIA	No. GÉNEROS
Parandrinae	1
Prioninae	1
Apocotomus	1
Mallodon	1
Nothopleurus	1
Lepturinae	1
Megachoriolaus	2
Meloemorpha	1
Nemognathomimus	1
Strangalia	7
Cerambycinae	1
Clytoprocerini	

	1
Dexithea	1
Mecometopus	1
Neoclytus	2
Ochraethes	7
Placosternus	2
Plagionotus	1
Tanyochraethes	1
Oxybiini	1
Eburiini	12
Eburodacrys	2
Graphisurini	3
Aneflus	1
Anelaphus	11
Anopliomorfa	3
Conosphaeron	1
Elaphidion	1
Ironeus	4
Metironeus	1
Micropsyrassa	3
Orwellion	1
Pseudoperiboeum	1
Psyrassa	3
Stenosphenus	6
Stizocera	2
Trichophoroides	2
Sp.1	1
Erlandiini	1
Hesperophanini	1
Haplidus	2
Sp.1	1
Oraphanes	1
Xeranoplium	3
Hexoplonini	2
Hexoplon	1
Stenygra	1
Lissonotini	1
Molorini	2

Neocoriles	1
Neoipis	1
Diasporidion	1
Heterachthes	2
Neocompsa	10
Xalitla	1
Obrium	5
Rhynchodera	3
Eclipta	1
Odontocera	2
Ommata	1
Sp.1	1
Rhopalophora	1
Cycnoderus	1
Dihammaphora	1
Rhopalophora	3
Smodicum	1
Tillomorphini	5
Trachyderini	1
Assycuera	1
Axestoleus	1
Ceralocyna	1
Chemsakiella	1
Deltaspis	6
Elytroleptus	3
Giesbertia	1
Ischnocnemis	6
Lophalia	2
Megaderus	1
Metaleptus	2
Muscidora	1
Noguerana	1
Parevander	1
Paroxoplus	1
Pseudodeltaspis	1
Rhodoleptus	1
Sphaenothecus	4
Stenaspis	1

Stenobatyle	4
Trachyderes	2
Tragidion	1
Triacetelus	1
Tylosis	2
Sp.1	1
Sp.2	1
Sp.3	1
Sp.4	1
Acanthoderini	1
Atrypanius	2
Canidia	3
Eutrichillus	1
Lagocheirus	5
Leptostylus	4
Lepturges	14
Mecotetartus	1
Olenosus	1
Stenolis	1
Sternidius	2
Urgleptes	6
Sp.1	1
Sp.2	1
Sp.3	1
Sp.4	1
Sp.5	1
Sp.6	1
Sp.7	1
Sp.8	1
Acanthoderini	2
Aegomorphus	3
Oreodera	3
Peritapnia	1
Psapharochrus	3
Steirastoma	1
Tetrasarus	1
Sp.1	1
Aeremicopsis	1

Antodice	1
Hippopsis	1
Thrysodes	1
Apetus	3
Dorcasta	2
Ptericoptus	1
Colobothea	1
Desmiphora	2
Desmiphora	1
Estoloides	3
Eupogonius	6
Pseudestoloides	1
Unelcus	1
Hemilophus	1
Cirrhicera	1
Essostrutha	2
Sp1.	1
Lamacoscylus	1
Chyptodes	1
Deliathis	1
Mimolochus	1
Neoptychodes	1
Plagiohammus	2
Taeniotes	1
Oncideres	2
Oncideres	2
Taricanus	1
Trachysomus	2
Phytoseciini	4
Lycus	2
Lypsimena	1
Poliaenus	1
Atenio	2
Tapeini	1
Tetraopini	15
Tetraopes	4

Conclusiones

No obstante que el número de especies de la familia Cerambycidae se incrementó notablemente con este trabajo (75% más), también es cierto que el conocimiento de esta familia en el estado es aún incompleto, dado a que muchas áreas con BTC fuera de la REBIOSH, así como otros tipos de vegetación, no han sido explorados. Lo anterior nos puede dar una idea del nivel de conocimiento que se tiene de esta familia en la escala nacional, lo que se deriva de la falta de interés en el estudio de este grupo de coleópteros. En general, este panorama o algunos más drásticos se presentan para muchos otros grupos de organismo biodiversos en México. Pese a lo anterior, cabe resaltar que la CIUM se perfila como la colección más representativa a nivel nacional de la fauna de Cerambycidae de la REBIOSH y de Morelos.

Agradecimientos

A todos los estudiantes interesados en estudio de insectos que han apoyado el desarrollo de la colección. Este trabajo se desarrolló con apoyo de la Red de Cuerpos Académicos “Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos”, bajo el proyecto “Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales” (PROMEP 103.5/09/1187). Al Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por su apoyo para realizar las investigaciones.

Bibliografía citada

Bezark, L. G. & M. A. Monné. 2013. Checklist of the Oxypeltidae, Vesperidae, Disteniidae and Cerambycidae, (Coleoptera) of the Western Hemisphere, 484 pp. http://plant.cdfa.ca.gov/byciddb/default_wImage.asp

Bonilla-Barbosa, J. & J. L. Villaseñor. 2003. Catálogo de la flora del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Cuernavaca, Morelos. 129 pp.

Burgos-Solorio, B. & A. G. Trejo-Loyo. 2001. Lista preliminar de los coleópteros registrados para el estado de Morelos. Pp. 69-95. En: Tópicos sobre Coleoptera de México. Navarrete-Heredia, J. L., H. E. Fierros-López & A.

Burgos-Solorio (Eds.). Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, México.

Grimaldi, D. & M. S. Engel. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York. 755 pp.

Hovore, F. T. 2006. The Cerambycidae (Coleoptera) of Guatemala. Pp. 363-378. En: Biodiversidad de Guatemala. Cano, E. (Ed.). Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1981. Síntesis geográfica de Morelos. En: http://www.inegi.gob.mx

Linsley, E. G. 1961. The Cerambycidae of North America, part I. Introduction. University of California. Publications in Entomology, 18:1-135.

Noguera, F. A. 2014. Biodiversidad de Cerambycidae (Coleoptera) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85:290-297.

Noguera, F. A., S. Zaragoza-Caballero, J. A. Chemsak, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García, E. González-Soriano & R. Ayala. 2002. Diversity of the family Cerambycidae (Coleoptera) of the tropical dry forest of México, I. Sierra de Huautla, Morelos. Annals of the Entomological Society of America, 95(5):617-627.

ACAROFAUNA (ARACHNIDA: ACARI) DEL ESTADO DE MORELOS

MITE FAUNA (ARACHNIDA: ACARI) FROM THE STATE OF MORELOS

Ricardo Paredes-León[a], Angélica María Corona-López,

Víctor Hugo Toledo-Hernández & Alejandro Flores-Palacios.

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. [a]ricardo.paredes@uaem.mx

ABSTRACT

A bibliographic review to conform a taxonomic checklist of the families of mites recorded at the state of Morelos, Mexico, was carried out. From compiled information, 371 species of 120 families in four orders (Mesostigmata, Ixodida, Trombidiformes and Sarcoptiformes) were recorded, which amount for 14.1% of mite fauna in the country. Comparing with previous countings, 66 species (22%) were added; 47 endemic species to Mexico (12.7%) are distributed at the state, 15 (4%) are distributed only in Morelos, and only 6 of them inhabit protected natural areas. Finally, the importance of ecological interactions between mites and other organisms, and that of the anthropocentric point of view are highlighted.

Introducción

Los ácaros son un grupo de artrópodos quelicerados pertenecientes al grupo de los arácnidos, por lo general de tamaño pequeño (en promedio menores a 1 mm) que se caracterizan por poseer una sola región corporal (tagma) llamada idiosoma y una proyección anterior de dicho tagma conocido como gnatosoma (Krantz, 2009a). A diferencia del resto de los arácnidos que sólo son depredadores, los ácaros presentan una amplia variedad de hábitos alimenticios. Existen especies fitófagas, micófagas, detritívoras, saprófagas, etcétera; además, presentan una amplia variedad de biorrelaciones, parásitas, foréticas, comensales, entre otras (Walter & Proctor, 2013).

Dentro de los quelicerados, los ácaros son el grupo con mayor riqueza; se conocen más de 55 mil especies (Zhang, 2013). La subclase Acari ha sido considerada como un grupo megadiverso, pero la mayor parte de esta diversidad no ha sido descrita; sólo por mencionar un ejemplo, de estimaciones de especies de ácaros existentes en el planeta se ha calculado la cifra mínima de 500 mil y máxima de un millón de especies, considerándose que la mayor diversidad debe estar en la zona de los trópicos (Walter & Proctor, 2013).

Antecedentes

Desde tiempos remotos, los ácaros han estado ligados a la vida cotidiana humana; en México se conocían algunos de ellos desde épocas precolombinas, principalmente las garrapatas, aunque por lo general no tenían nombres específicos para diferenciarlos de otros animales tales como piojos o chinches. Algunas excepciones son los siguientes términos: *yilk'il sak* y *pech* utilizados por los mayas para referirse al ácaro de la sarna (*Sarcoptes scabiei*) y garrapatas respectivamente; *Ixtamazoliciuiztli* utilizado para referirse a cualquier ácaro que causara molestias a los humanos; y *tlalzahuatl* (sarna de la tierra) para los ácaros actualmente clasificados en Trombiculidae (Hoffmann, 2007).

A partir del siglo XIX se empiezan a describir científicamente las primeras especies de garrapatas de México por investigadores extranjeros, siendo el naturalista de origen francés Alfredo Dugès el principal interesado en la acarofauna del país, quein describe 15 taxones (12 especies, 2 géneros y un subgénero) (Paredes-León, en

prensa). Sin embargo, el estudio constante de la acarofauna de México se inició en la segunda mitad del siglo pasado por iniciativa de Ana Hoffmann, quien impulsó el estudio de diversos grupos de ácaros, creó el primer laboratorio de acarología, estuvo involucrada en la creación de dos laboratorios más, creó la primera colección científica y formó varios acarólogos especialistas en diversas disciplinas. A lo largo de su trayectoria académica, Hoffmann describió 8 géneros y por lo menos 60 especies.

Desde entonces, se han realizado trabajos faunísticos a diferentes niveles taxonómicos como el de los Trombiculidae de México de Hoffmann (1990), enfocados en un grupo particular de huéspedes como el de Whitaker & Morales-Malacara (2005), acerca de los ácaros asociados a mamíferos o el de Montiel-Parra *et al.* (2009), sobre ácaros de vertebrados en la Reserva del Pedregal de San Ángel, a diferentes escalas geográficas, como los de Hoffmann & López-Campos (2002) y Cramer-Hemkes & Letechipía-Torres (2002), sobre la acarofauna de Sinaloa, y a nivel nacional, como el de Hoffmann & López-Campos (2000) y Pérez *et al.* (2014), por mencionar algunos.

En la actualidad, hasta finales de 2013 se habían contabilizado 2,625 especies para México, lo que representa el 4.8% de la riqueza mundial, cifra que, dadas las características fisiográficas del país, parece quedarse corta en cuanto a la probable diversidad existente (Pérez *et al.*, 2014).

Morelos está ubicado en la posición 30, entre todas las entidades federativas, con respecto de la superficie territorial nacional con sólo el 0.3%, únicamente por delante de Tlaxcala y la Ciudad de México. Sin embargo, en cuanto a su biodiversidad se ubica en el lugar 17, ya que en el estado se encuentra representado, por ejemplo, el 21% de las especies de mamíferos, 33% de aves, 14% de reptiles y 10% de plantas vasculares presentes en el país; además, se encuentra entre los 9 estados con alto endemismo de flora (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006a).

La alta biodiversidad de Morelos se encuentra parcialmente resguardad en 10 áreas naturales protegidas, 5 de carácter federal (Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin y los Parques Nacionales El Tepozteco, Lagunas de Zempoala e Iztaccihuatl-Popocatepetl) y 5 de carácter estatal (las zonas sujetas a conservación ecológica Sierra de Huautla, El Texcal y Río Cuautla, y las Reservas estatales Sierra

Montenegro y Las Estacas) (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006b).

En particular, para el estado de Morelos se han realizado algunos listados en zonas concretas, como el listado de Hoffmann *et al.* (1986), con registros de ácaros para algunas cuevas, el de Ortiz-Villaseñor *et al.* (2010), de ácaros parásitos de algunos mamíferos del corredor biológico Chichinautzin, o descripciones de taxones como el género *Tepoztlana* (Hoffmann & Méndez, 1973), la especie de garrapata *Ixodes cuernavacensis* (Kohls & Clifford, 1966), el ácaro acuático *Geayia amacuzaca* (Cook, 1980) y el ácaro del suelo *Trhypochthonius tepoztecus* (Palacios-Vargas & Iglesias, 1997), además de algunos registros esporádicos; sin embargo, dicha información no ha sido compilada hasta la fecha. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es recopilar los registros publicados de ácaros en Morelos para analizar la diversidad estatal por grupos taxonómicos (órdenes y familias), grado de endemismo, biorrelaciones e importancia.

Material y método

Se realizó una búsqueda bibliográfica en *Biological Sciences*, una base de datos interdisciplinaria que incluye al menos 29 compendios de bibliografía científica y otros recursos como conferencias, monografías y libros. Para dicha búsqueda se utilizaron diferentes combinaciones de las palabras: México, Morelos, Acari, Acarina, Acarida, ácaro (mite) y garrapata (tick) desde 1982 a 2014 (julio).

Adicionalmente, se consultó el acervo de la hemeroteca de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, para cubrir años anteriores a 1982 y fuentes no almacenadas en la base *Biological Sciences*. De la bibliografía encontrada se seleccionó aquella que incluyera registros de especies de ácaros para el estado de Morelos, y a partir de ésta se realizó un conteo por familias. En el caso del listado de especies endémicas presentado, se verificó y actualizó el nombre de las especies de ácaros de acuerdo con Hallan (2005), y cuando fue el caso para las especies de ácaros parásitos, también se actualizó el nombre de los huéspedes utilizando a Frost (2014) para anfibios, Lepage (2014) para aves y Wilson & Reeder (2005) para mamíferos.

La información contenida en tesis profesionales relacionada con

especies nuevas o registros para la entidad fue excluida de este conteo puesto que no constituye una publicación de acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, 1999). En aquellas publicaciones científicas en las que únicamente se registran los ácaros a niveles supraespecíficos (*i. e.,* género o familia), éstos se contabilizaron como especies diferentes aunque no determinadas.

Resultados

Bibliografía La búsqueda bibliográfica en la base de datos *Biological Sciences* con diferentes combinaciones de palabras y ya depurada (eliminando duplicados, referencias sin datos para la entidad, etc.) arrojó un total de 9 documentos. La consulta realizada en la hemeroteca especializada incrementó a un total de 35 documentos con registros de ácaros para el estado de Morelos.

Cabe mencionar que la obra *Biodiversidad de los ácaros en México* realizada por Hoffmann & López-Campos (2000) fue el documento a partir del cual comenzamos a recopilar los registros para la entidad; ahí se mencionan 305 especies para el estado de Morelos; sin embargo, dada la estructuración de dicha obra no es posible contar con información relevante como localidades precisas para cada registro, ni la cita original de donde se extrajo.

Diversidad

En nuestra recopilación contabilizamos 371 especies de la subclase Acari, pertenecientes a 120 familias en 4 órdenes (Cuadro 1). Comparado con el conteo previo presentado por Hoffmann & López-Campos (2000) se adicionan 66 especies (22%) a la lista de ácaros registrados en el estado de Morelos. Con respecto del número total de ácaros registrados hasta 2013 en el país, 2,625 especies (Pérez *et al.*, 2014), en Morelos se ha registrado el 14.1%.

Cabe resaltar que solo el 59% de los taxones está identificado a

nivel de especie (219), mientras que el resto de los registros (41%) se refiere a taxones supraespecíficos, esto es, 113 taxones determinados a nivel género (30.5%), 38 a nivel familia (10.2%) y uno a nivel orden (0.3%). Como dichos registros supraespecíficos fueron considerados en este conteo, cabe la posibilidad de que estén sobreestimando la riqueza del estado de Morelos puesto que pudiera tratarse de alguna de las especies ya registradas.

Cuadro 1. Riqueza de los órdenes de la subclase Acari a nivel Mundial, en el país y a nivel estatal.

	ESCALA MÚNDIAL Hoffmann-Ziegler (2001)	MÉXICO Zhang (2011)	MORELOS Hernández (2010)
PARASITIFORMES			
Opilioacarida	0	0	0
Holothyrida	2	2	2
Ixodida	8	8	8
Mesostigmata	8	8	8
ACARIFORMES			
Trombidiformes	1,209	1,209	1,209
Sarcoptiformes	881	881	881
Total	30,214	30,214	30,214

A continuación se presenta una breve descripción de los órdenes de la subclase Acari, haciendo énfasis en las familias (y el número de especies) registradas en el estado de Morelos.

Orden Mesostigmata Los mesostigmados son un conjunto grande de ácaros parasitiformes cosmopolitas que abarcan una inusual variedad de estilos de vida y hábitats; su tamaño varía entre los 200 µm y los 4,500 µm (4.5 mm). La mayoría de las especies son de vida libre (depredadores), mientras muchos otros son parásitos o simbiontes de mamíferos, aves, reptiles o artrópodos. Algunos cuantos se alimentan de hongos, polen o néctar. Pueden encontrarse asociados al suelo, hojarasca, troncos en descomposición, composta, estiércol, carroña, nidos, polvo casero y nichos

similares compuestos de detritos, hongos, nichos aéreos sobre plantas y animales. Algunas especies viven en la zona intermareal o a lo largo de márgenes de sistemas de agua dulce donde pueden permanecer sumergidos por largo tiempo (Lindquist *et al.*, 2009; Walter & Proctor, 2013).

Para Morelos se han registrado 82 especies pertenecientes a 23 familias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Familias de ácaros del orden Mesostigmata registradas en Morelos.

Familia	Especies	Huésped/Hábitat
Diplogyniidae	1	Asociada a coleópteros
Euzerconidae	1	Asociada a coleópteros
Eviphididae	1	Asociada a coleópteros
Uropodidae	2	Asociadas a odonatos, musgos y bromelias
Zerconidae	1	Asociada a musgos
Rhodacaridae	1	Asociada a musgos
Arctacaridae	1	En suelo de cuevas
Parholaspididae	1	En suelo de cuevas
Ameroseiidae	1	En suelo de cuevas
Parasitidae	4	Asociadas a musgos, suelos y cuevas
Veigaiidae	2	Asociadas a musgos, hongos y bromelias
Macrochelidae	12	Asociadas a coleópteros, roedores y suelo
Ascidae	4	Asociadas a nidos de aves, flores de *Tillandsia*, musgos y suelo de cuevas
Melicharidae	2	Asociadas a aves y roedores
Blattisociidae	4	Asociadas a musgos, bromelias, suelo, hojarasca, criadero de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera)
Phytoseiidae	4	Asociadas a plantas, musgos y líquenes
Podocinidae	2	Asociadas a suelo y hojarasca
Dermanyssidae	1	Parásitas de aves
Laelapidae	13	Parásitas de roedores y asociadas a suelos, cuevas y musgos

Parásitos de murciélagos, roedores y aves	11
Parásitos de murciélagos	11
Parásitos de murciélagos	1
Parásitos de abejas	1
	82

ORDEN IXODIDA Ixodida incluye 3 familias de ácaros conocidos comúnmente como garrapatas; agrupa parásitos hematófagos obligados de vertebrados terrestres o semiacuáticos, tanto silvestres como domésticos. Se presentan en todo el mundo y son capaces de transmitir una amplia variedad de agentes patógenos a humanos, animales domésticos y silvestres (Keirans, 2009; Guglielmone *et al.*, 2014).

En México se distribuyen dos de las tres familias del orden Ixodida; en particular para Morelos se muestran también ambas familias con 22 especies: Argasidae (10) encontradas en suelo de cuevas y parasitando roedores y murciélagos, e Ixodidae (12) parasitando iguanas, aves, liebres, conejos, ganado y humanos.

ORDEN TROMBIDIFORMES

Este orden es un conjunto de ácaros acariformes que comprende dos subórdenes, Prostigmata y Sphaerolichida. Actualmente se reconocen casi 26 mil especies, la mayoría de las cuales se agrupan en Prostigmata, mientras que sólo 21 pertenecen a Sphaerolichida (Walter *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2011). Sphaerolichida comprende ácaros de cuerpo globular y cutícula muy ornamentada. Son comunes en hojarasca y tienen una distribución mundial. Se conoce poco de su biología. Prostigmata incluye una gran diversidad de ácaros depredadores terrestres, acuáticos y marinos, fitófagos, saprófagos, paráfagos y parásitos. Su gama de atributos morfológicos, ontogenéticos y conductuales excede por mucho a la exhibida en cualquier otra categoría de Acari. Aunque con excepciones, los prostigmados tienden a ser poco o incompletamente esclerosados y

rara vez presenta un incremento de placas durante el desarrollo ontogenético. La mayoría mide entre 300 y 500 μm, aunque algunas especies parásitas pueden medir menos de 100 μm, y ciertos depredadores de la familia Trombidiidae pueden rebasar los 12,000 μm (1.2 cm). El grupo tiene una distribución mundial (Kethley, 1982; Walter *et al.*, 2009).

En el estado de Morelos no se han registrado ácaros del suborden Sphaerolichida, pero se conocen representantes de 44 familias del suborden Prostigmata (Cuadro 3).

Cuadro 3. Familias de ácaros del suborden Prostigmata registradas en Morelos.

Familia	No. de especies	Huésped o hábitat
Bdellidae	15	Depredadores, asociados a suelo, hojarasca, bromelias, musgos y cuevas
Cunaxidae	9	Depredadores, asociados a suelo, hojarasca, bromelias, musgos, cuevas, nidos de aves y madera podrida
Eupodidae	4	Asociados a musgos, bromelias, troncos y suelo
Penthalodidae	4	Asociados a musgos, madera podrida y bromelias
Penthaleidae	2	Asociados a nidos de aves y suelo
Rhagidiidae	8	Asociados a suelo, hojarasca, musgos y bromelias
Triophtydeidae	1	Asociados a líquenes
Tydeidae	7	Asociadas a musgos, líquenes, hongos, frutas y verduras
Iolinidae	6	Asociadas a musgos, frutos, hojas, flores y bromelias
Phytoptidae	1	Asociados a pinos
Eriophyidae	19	Parásitos de cultivos de importancia agrícola, pinos y hojas
Diptilomiopidae	2	Parásitos de cultivos de importancia agrícola
Adamystidae	1	Asociados a suelo
Anystidae	4	Asociados a troncos, musgos, cuevas, bromelias y rocas
Teneriffiidae	1	Asociados a musgos
Calyptostomatidae	1	Asociados a musgos
Microtrombidiidae	1	Asociados a musgos

Asociada a suelo	1
Asociada a suelo	1
Asociada a suelo	1
Asociada a rocas, muros, tierra, musgos, suelo, parásitos de escorpiones, opiliones y ortópteros	5
Asociada a musgos, suelos y bajo rocas	3
Asociada a musgos, suelos, fuera y dentro de cuevas	3
Parásitos de lagartijas, humanos, musarañas, murciélagos, roedores y aves	17
Parásitos de lagartijas, murciélagos y roedores	6
Ácaro acuático	1
Ácaros acuáticos	4
Ácaro acuático	1
Ácaro acuático	1
Ácaro acuático	1
Parásitos de murciélagos y roedores	7
Parásitos de lagartijas, cucarachas y chinches triatominos	7
Asociada a bromelias	1
Asociada a bromelias	2
Asociada a plantas asteráceas, musgos y suelos	4
Asociada a suelo	1
Asociada a suelo	1
Parásitos de cultivos varios	15
Parásitos de cultivos varios	3
Asociada a suelo, guano, cuevas, polvo casero y conejos	5
Parásitos de mamíferos incluyendo humanos	4
Asociada a suelo de cuevas	1
Parasitoides de lepidópteros (larvas) y moscas; asociadas a suelo y bromelias	3
Parásito de abejas y asociada a nidos de aves y árboles frutales	2
Parásitos de chapulines y escarabajos crisomélidos y coccinélidos	

Orden sarcoptiformes

Este orden de ácaros incluye los subórdenes Esdeostigmata y Oribatida. Endeostigmata incluye en su mayoría ácaros pequeños, globulares o alargados que presentan numerosos caracteres morfológicos primitivos (Grandjean, 1937, 1939, 1943). Frecuentemente son encontrados en hábitats extremos del suelo (*e. g.*, desiertos fríos y calientes, "costras" microbianas, playas, suelos arenosos y capas profundas del suelo) (Walter, 2009). En este grupo se clasifican 108 especies (Walter *et al.*, 2011). El suborden Oribatida incluye cinco grupos (supercohortes), en una de las cuales (Desmonomatides) se incluye la cohorte Astigmatina; esta última, en sistemas de clasificación previos era considerada un orden (Astigmata) independiente del Oribatida, en parte debido a su biología radicalmente diferente, a las diversas innovaciones morfológicas y a su ciclo de vida. La mayoría son ácaros habitantes del sistema suelo-hojarasca aunque muchos son arbóreos y unos cuantos acuáticos (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Frecuentemente los oribátidos (excluyendo Astigmatina) son el grupo de artrópodos dominante en suelos altamente orgánicos de bosques templados, donde de 100 a 150 especies pueden alcanzar colectivamente densidades que exceden 100 mil individuos por m2. En su mayoría son saprófagos y micófagos que se alimentan de partículas, pero algunos depredan oportunistamente a nemátodos y otra microfauna, y carroñan sobre pequeños artrópodos muertos (necrofagia); típicamente miden 300-700 μm (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

En particular los Astigmatina son los ácaros dominantes en hábitats efímeros, tales como troncos en descomposición, cuerpos fructíferos de hongos, estiércol, carroña, flujos de savia, oquedades en árboles, fitotelmata y cuevas. En estos hábitats se alimentan como saprófagos de la materia orgánica en descomposición, hongos o bacterias. Algunos se han adaptado a consumir semillas u otros tejidos

vegetales especializados, tales como bulbos o tubérculos (OConnor, 2009). Especies completamente acuáticas pueden consumir algas y ocasionalmente pueden depredar nemátodos o huevos de insectos (Muraoka & Ishibashi, 1976). Las deutoninfas (el segundo estadio ninfal, posterior a la larva y anterior al adulto) frecuentemente se dispersan a diferentes hábitats por medio de asociaciones foréticas con insectos u otros artrópodos. Algunos otros astigmatinos pueden aprovechar recursos en nidos de aves y mamíferos, otros se han adaptado a dispersarse en los cuerpos de sus vertebrados huéspedes, y otros más son parásitos de artrópodos o vertebrados (O'Connor, 2009).

Para el estado de Morelos no se han registrado ácaros del suborden Endeostigmata, pero se han registrado 46 especies de Oribatida (34 familias) (Cuadro 4) y 32 especies de Astigmatina (17 familias) (Cuadro 5).

Cuadro 4. Familias de ácaros del suborden Oribatida (excluyendo Astigmatina) registradas en Morelos.

Familia	No. de especies	Huésped o hábitat
Aphelacaridae	1	Suelo y guano de murciélagos en cuevas
Brachychthoniidae	1	Asociada a bromelias
Heterochthoniidae	1	Datos no obtenidos
Phthiracaridae	2	Datos no obtenidos
Oribotritiidae	1	Datos no obtenidos
Gymnodamaeidae	1	Datos no obtenidos
Cepheidae	1	Datos no obtenidos
Eremobelbidae	1	Datos no obtenidos
Dampfiellidae	1	Datos no obtenidos
Tectocepheidae	1	Datos no obtenidos
Haplozetidae	1	Datos no obtenidos
Cosmochthoniidae	1	Asociada a suelo
Sphaerochthoniidae	1	Asociada a suelo
Perlohmanniidae	1	Asociada a suelo

Asociada a suelo

Asociada a suelo

Asociadas a bromelias

Asociada a bromelias

Asociada a bromelias

Asociada a hojarasca

Asociada a hojarasca

Asociadas a suelo y hojarasca

Asociada a suelo y hojarasca

Asociadas a bromelias y suelo

Asociadas a bromelias y suelo

Asociada a bromelias y suelo

Asociada a hojarasca

Asociada a hojarasca

Asociada a suelo de cuevas

Asociada a suelo de cuevas

Asociadas a bromelias, suelo, hojarasca y suelo de cuevas

Asociadas a bromelias, musgos, suelo y hojarasca

Asociadas a bromelias, guano y suelo en cuevas

Asociada a nidos de aves

Cuadro 5. Familias de ácaros de la cohorte Astigmatina registradas en Morelos.

Asociadas a bromelias, musgos, suelo, moscas, coleópteros y tarántulas

Asociada a guano de cuevas

Asociada a escarabajos crisomélidos

1	Acrocaldyphidae	Acrocaldyphidae
2	Asociada a suelo de cuevas y tepache	Asociada a suelo de cuevas
1	Asociada a suelo de cuevas	Asociada a suelo de cuevas
2	Asociada a murciélagos y guano de cuevas	Asociada a murciélagos y guano de cuevas
1	Asociada a nidos de aves	Asociada a nidos de aves
1	Asociada a suelo, granos almacenados, tepache, verduras, flores, frutos, cultivos de laboratorio, guano y bromelias	Asociada a suelo, granos almacenados, tepache, verduras, flores, frutos, cultivos de laboratorio, guano y bromelias
1	Asociada a criaderos de himenópteros y a alimento balanceado	Asociada a criaderos de himenópteros y a alimento balanceado
1	Acrocaldyphidae	Acrocaldyphidae
1	Asociada a aves	Asociada a aves
1	Asociada a nidos de aves y polvo casero	Asociada a nidos de aves y polvo casero
1	Parásita de conejos	Parásita de conejos
2	Parásitas de murciélagos	Parásitas de murciélagos
1	Parásita de murciélagos	Parásita de murciélagos
1	Endoparásita de murciélagos	Endoparásita de murciélagos
2	Parásitas de murciélagos, diferentes tipos de ganado y humanos	Parásitas de murciélagos, diferentes tipos de ganado y humanos

Endemismo

En Morelos se distribuyen 47 especies endémicas del país (12.7%), de las cuales 15 (4%) tienen su área de distribución restringida a la entidad (Cuadro 6). Sin embargo, estas cifras irán modificándose conforme se profundice en la identificación taxonómica de aquellos grupos determinados a niveles supraespecíficos y conforme se exploren más ecosistemas. Sólo 6 (*Acalitus santibanezi*, *Augustsonella southcotti*, *Tepoztlana sandovali*, *Trhypochthonius tepoztecus*, *Scapheremaeus tillandsiophilus* y *S. simplex*) de las 15 especies endémicas en el estado se presentan en las áreas naturales protegidas Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin o en el Parque Nacional El Tepozteco (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies de ácaros endémicas al estado de Morelos con datos de recolecta.

Especie	Autor(es)	Huésped/Hábitat
Mesostigmata: Diplogyniidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible] *[illegible]ctatus* (Coleoptera: Curculionidae)
Ixodida: Ixodidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]*llaris* (Aves: Apodiformes)
Trombidiformes: Cunaxidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]*akerae*
Trombidiformes: Eriophyidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]laceae)
Trombidiformes: Erythraeidae		
[illegible]	[illegible] (1973)	
[illegible]	[illegible] (1973)	
Trombidiformes: Trombiculidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible] Phyllostomidae)
Trombidiformes: Leeuwenhoekiidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]*idieri* (Amphibia: Ranidae)
[illegible]	[illegible]	[illegible]os)(Chiroptera: Vespertilionidae) y *Balantiopteryx plicata* (Chiroptera: Emballonuridae)
Trombidiformes: Krendowskiidae		
[illegible]	[illegible]	
Sarcoptiformes: Oribatida: Trhypochthoniidae		
[illegible]	[illegible] (1997)	
Sarcoptiformes: Oribatida: Cymbaeremaeidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]Bromeliaceae)
[illegible]	[illegible]	[illegible]Bromeliaceae)
Sarcoptiformes: Oribatida: Astigmatina: Proctophyllodidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]*a* (Aves: Fringillidae)
Sarcoptiformes: Oribatida: Astigmatina: Gastronyssidae		
[illegible]	[illegible]	[illegible]*iopteryx plicata* (Chiroptera: Emballonuridae)

Discusión

La alta diversidad morfológica de los ácaros se refleja también en la variedad de biorrelaciones que han adoptado (Krantz, 2009b). Una manera de categorizar la diversidad de interacciones entre pares de individuos es por el efecto que cada uno tiene en la adecuación del otro en términos de daño o beneficio (Paracer & Ahmadjian, 2000; Walter & Proctor, 2013).

Los ácaros pueden ser de vida libre o simbiontes, terrestres o acuáticos, arbóreos o nidícolas. La mayoría de los ácaros de vida libre ocupan nichos asociados al suelo u hojarasca, lo cual se interpreta como un reflejo de sus orígenes primitivos (Krantz, 2009b). A partir de

estos ácaros edáficos hubo una radiación que resultó en asociaciones con plantas terrestres y animales, y para habitar ambientes dulceacuícolas y marinos en la mayor parte del planeta, existiendo muy pocos microhábitats sin fauna de ácaros (Krantz, 2009b; Walter & Proctor, 2013). En este caso, nos referimos a simbiosis como una asociación permanente o temporal entre dos o más organismos, e incluye el parasitismo, comensalismo y mutualismo (Paracer & Ahmadjian, 2000).

En el caso de la acarofauna registrada en Morelos, 190 especies (51.2%) son de vida libre, 179 especies (48.3%) son simbiontes y de 2 especies (0.5%) se desconocen sus hábitos (Figura 1).

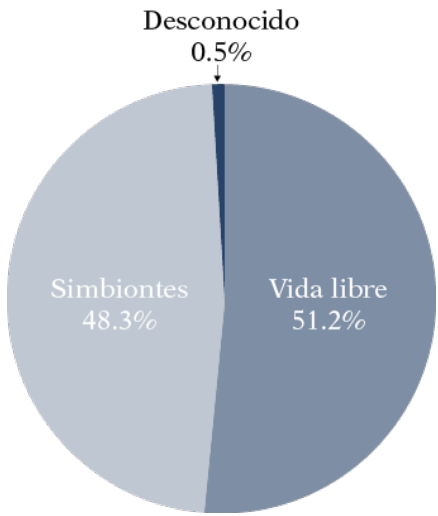


Figura 1. Hábitos generales
de los ácaros registrados en Morelos.

Los ácaros considerados aquí como de vida libre incluye una gran variedad de organismos depredadores, tales como herbívoros que consumen tejidos de plantas vivas, saprófagos que se alimentan de tejidos vegetales o animales muertos, microbívoros que se alimentan de hongos, levaduras y bacterias, y depredadores de otros animales. En el caso de los simbiontes, la mayoría son parásitos de vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), invertebrados y plantas vasculares. Sólo una se considera comensal, la especie de ácaro plumícola *Proctophyllodes tanagrae*. Tres especies de la familia

Pyemotidae son consideradas parasitoides de lepidópteros y dípteros.

Cabe mencionar que aunque muchos ácaros pueden clasificarse de acuerdo con sus funciones tróficas, algunos otros tienen diferentes hábitos alimenticios de acuerdo con el estadio del ciclo de vida del que se trate, por ejemplo algunos Trombidiformes, en particular del grupo Parasitengonina son parásitos de artrópodos o vertebrados terrestres durante su fase larval mientras que cambian a depredadores en estados postlarvales.

IMPORTANCIA Otra de las maneras de abordar el estudio de los ácaros es de acuerdo con la importancia que tienen desde el punto de vista humano. Como puede verse en la información presentada en párrafos anteriores, son varias las familias de ácaros relevantes; por ejemplo, en el estado de Morelos se han registrado al menos 37 especies de las familias que incluyen ácaros plagas de cultivos vegetales (Eriophyidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae), algunas especies que infestan productos vegetales almacenados (Acaridae), especies que afectan apiarios (Varroidae y Tarsonemidae), y varias más de importancia médica y veterinaria (Argasidae, Ixodidae, Dermanyssidae, Trombiculidae, Demodicidae, Psoroptidae, Sarcoptidae, etc.).

Por el contrario, también se han registrado en la entidad especies benéficas que actúan como parásitos de insectos de importancia médica (*e. g.*, Pterygosomatidae, Erythraeidae, etc.), como controladores de plagas, depredando artrópodos plagas de cultivos (*e. g.*, Phytoseiidae, Cunaxidae, Cheyletidae, etc.), y como componentes importantes en el ciclo de los nutrientes del suelo, ya que se alimentan de materia vegetal descompuesta o degradan el estiércol (varias familias de Mesostigmata y Oribatida).

CONCLUSIONES

Dada la realización de esta recopilación de familias de ácaros presentes en el estado de Morelos, es importante recalcar lo siguiente: 1) a pesar de su pequeña extensión territorial, la entidad presenta una rica fauna que incluye 371 especies, lo que representa 14.1% de la

acarofauna de México; 2) a pesar de esta alta riqueza, muchos de los registros (41%) no fueron identificados a nivel de especie, lo cual es un reflejo de la carencia de especialistas; 3) la mayor parte de los grupos mejor representados tienen algún tipo de importancia para el humano, principalmente como plagas; 4) la mayor parte de los registros son esporádicos y sólo en pocas regiones del estado se ha intentado profundizar en el estudio de la acarofauna (*e. g.*, Hoffmann *et al.*, 1986; Ortiz-Villaseñor *et al.*, 2010), 5) dado su carácter megadiverso. La contribución en un futuro al conocimiento taxonómico de los ácaros, así como de su papel dentro de las interacciones tróficas, permitirá un mejor entendimiento de los ecosistemas y podrá brindar información acerca de la biología de las especies con las que interactúan.

Agradecimientos

Se agradece al Programa de Mejoramiento del Profesorado-Secretaría de Educación Pública (PROMEP-SEP) por el apoyo económico brindado para la estancia posdoctoral del primer autor (Oficio no. PROMEP/103.5/13/9465). A la Red Temática de Colaboración de Cuerpos Académicos Sistemática y ecología en comunidades forestales y cultivos (Convenio PROMEP/103.5/09/1187, Folio 13) por el apoyo en la realización del proyecto postdoctoral. A la M. en C. Griselda Montiel y Dra. Tila M. Pérez por las facilidades para consultar la hemeroteca de la Colección Nacional de Ácaros, Instituto de Biología, UNAM.

Bibliografía citada

Atyeo, W. T. & N. L. Braash. 1966. The feather mites genus *Proctophyllodes* (Sarcoptiformes, Proctophyllodidae). Bulletin of the University of Nebrasca State Museum, 5:1-354.

Brennan, J. M. 1962. Four new chiggers from Mexico. Journal of Parasitology, 48:618-620.

Contreras-MacBeath, T., J. R. Bonilla-Barbosa, J. C. Boyás-Delgado, G. Bustos-Zagal, J. M. Caspeta-Mandujano, R. Castro-Franco, M. A. Lozano-García, J. I. Martínez-Thomas, H. Mejía-Mojica, A. L. Ortiz-Villaseñor, D. Portugal-Portugal, R. Trejo-Albarrán, A. Trejo-Loyo & F. Urbina-Torres. 2006a.

Biodiversidad. Pp. 31-58. En: La diversidad Biológica en Morelos, estudio del estado. Contreras-MacBeath, T., J. C. Boyás-Delgado & F. Jaramillo-Monroy (Eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Contreras-MacBeath, T., E. Anzurez-Vázquez, F. Solares-Arenas, J. I. Martínez-Thomas, J. Conde-Labastida & J. C. Boyás-Delgado. 2006b. Conservación. Pp. 89-109, En: La diversidad Biológica en Morelos, estudio del estado. Contreras-MacBeath, T., J. C. Boyás-Delgado & F. Jaramillo-Monroy (Eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Cook, D. R. 1980. Studies on Neotropical water-mites. Memoirs of the American Entomology Institute, 31:1-645.

Cramer-Hemkes, C. & M. C. Letechipía-Torres. 2002. Los Ácaros de Sinaloa II. Pp. 245-252, En: Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa. Cifuentes Lemus, J. L. & J. Gaxiola López (Eds.). El Colegio de Sinaloa, México.

Fain, A. 1967. Observations sur les Rodhainyssinae acariens parasites des voies respiratoires des chauves-souris (Gastronyssidae: Sarcoptiformes). Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia, 44:3-35.

Frost, D. R. 2014. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Disponible en http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, EE. UU.

García-Valencia, A. S. & A. Hoffmann. 1997. Especie nueva de ácaro eriófido en México (Prostigmata: Eriophyidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 68(2):253-260.

Goff, M. L. 1992. The genus *Parasecia* (Acari: Trombiculidae), with the description of a new species from Mexico. Journal of Medical Entomology, 29(6):965-967.

Grandjean, F. 1937. Le genre *Pachygnathus* Dugès (*Alycus* Koch) (Acariens). Cinquième et dernière partie. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 9(2):262-269.

Grandjean, F. 1939. Quelques genres d'acariens appartenant au groupe des Endeostigmata. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 11:1-122.

Grandjean, F. 1943. Quelques genres d'acariens appartenant au groupe des Endeostigmata (2e série) Deuxieme partie. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 5:1-59.

Guglielmone, A. A., R. G. Robbins, D. A. Apanaskevich, T. N. Petney, A. Estrada-Peña & I. G. Horak. 2014. The hard ticks of the World (Acari: Ixodida: Ixodidae). Springer Science + Business Media Dordrecht. Netherlands. 738 p.

Hallan, J. 2005. Synopsis of the described Arachnida of the world. Disponible en https://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/Acari/0ReportHi.htm

Hoffmann, A. 1965. Contribuciones al conocimiento de los trombicúlidos mexicanos (Acarina: Trombiculidae), 11ª parte. Folia Entomológica Mexicana, 9:3-18.

Hoffmann, A. 1990. Los trombicúlidos de México (Acarida: Trombiculidae). Publicaciones especiales del Instituto de Biología 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México. 275 pp.

Hoffmann, A. 2007. Acarology in Mexico: prehispanic to modern times. Pp. 21-26. *En:* Acarology XI: Proceedings of the International Congress of Acarology. Morales-Malacara, J. B., V. Behan-Pelletier, E. Ueckermann, T. M. Pérez, E. G. Estrada-Venegas & M. Badii (Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México.

Hoffmann, A. & G. López-Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México. 230 p.

Hoffmann, A. & G. López-Campos. 2002. Los Ácaros de Sinaloa. I: los de la fauna del suelo, los parásitos de vertebrados y los de importancia médica y veterinaria. Pp. 229-244. En: Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa. Cifuentes Lemus, J. L. & J. Gaxiola López (Eds). El Colegio de Sinaloa, México.

Hoffmann, A. & C. Méndez. 1973. Eritreidos nuevos de México (Acari: Erythraeidae). Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, 20:123-144.

Hoffmann, A., J. G. Palacios-Vargas & J. B. Morales-Malacara. 1986. Manual de Bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México). Universidad Nacional Autónoma de México, 274 p.

ICZN. 1999. International code of zoological nomenclature. 4th edition. The International trust for Zoological nomenclature, London, UK. Online version: http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/

Keirans, J. E. 2009. Chapter eleven. Order Ixodida. Pp. 111-123. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Kethley, J. 1982. Acariformes. Pp. 117-169. En: Synopsis and classification of living organisms. Sybil P. Parker (Ed.). McGraw-Hill, EE. UU.

Kohls, G. M. & C. M. Clifford. 1966. Three new species of *Ixodes* from Mexico and description of the male of *I. auritulus auritulus* Neumann, *I. conepati* Cooley and Kohls, and *I. lasallei* Mendez and Ortiz (Acarina: Ixodidae). Journal of Parasitology, 52(4):810-820.

Krantz, G. W. 2009a. Chapter three. Form and function. Pp. 5-53. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Krantz, G. W. 2009b. Chapter six. Habits and Habitats. Pp. 64-82. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.), 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Lepage, D. 2014. Avibase – the World bird database. Disponible en http://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=EN&pg=home

Lindquist, E. E., G. W. Krantz & D. E. Walter. 2009. Chapter twelve. Order Mesostigmata. Pp. 124-232. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Machado-Allison, C. E. 1964. Tres nuevos ácaros (Mesostigmata) entomófilos de México (Diplogyniidae y Macrochelidae). Ciencia (México), 23(4):152-158.

Montiel-Parra, G., R. Paredes-León, C. Guzmán-Cornejo, Y. Hortelano-Moncada & T. M. Pérez. 2009. Ácaros asociados a los vertebrados terrestres. Pp. 385-394. *En*: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Lot, A.

& Z. Cano-Santana (Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.

Muraoka, M. & N. Ishibashi. 1976. Nematode feeding mites and their feeding behavior. Applied Entomology and Zoology, 11:1-7.

Norton, R. A. & V. M. Behan-Pelletier. 2009. Chapter fifteen. Suborder Oribatida. Pp. 430-564. En: A manual of Acarology Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

OConnor, B. M. 2009. Chapter sixteen. Cohort Astigmatina. Pp. 565-657. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Ortiz-Villaseñor, A. L., S. Santillán-Alarcón & M. A. Lozano-García. 2010. Capítulo 10. Fauna parasitaria asociada a marsupiales, roedores y quirópteros. Pp. 159-168. En: Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin. Condiciones actuales y perspectivas. Bonilla-Barbosa, J. R., V. M. Mora, J. Luna-Figueroa, H. Colín & S. Santillán-Alarcón (Eds.). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

Palacios-Vargas, J. G. & R. Iglesias. 1997. Especies nuevas de Crotonioidea (Acarida: Oribatei: Nothroidea) de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 68(1):35-52.

Paracer, S. & V. Ahmadjian. 2000. Symbiosis. An introduction to biological associations. 2nd edition. Oxford University Press, New York, EE. UU. 291 p.

Paredes-León, R. En prensa. La acarología de Alfredo Dugès. Pp. XX-XX. En: Flores-Villela, O. & G. Magaña-Cota (Eds.). Alfredo Dugès.

Pérez, T. M., C. Guzmán-Cornejo, G. Montiel-Parra, R. Paredes-León & G. Rivas. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl., 85: S399-S407.

Ríos, G. & J. G. Palacios-Vargas. 1998. Especies nuevas de *Scapheremaeus* (Acari: Oribatei: Cymbaeremaeidae) de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 69(2):181-215.

Smiley, R. L. 1992. The predatory mite family Cunaxidae (Acari) of the world, with a new classification. Indira Publishing House, Michigan, EE. UU. 356 p.

Walter, D. E. 2009. Chapter fourteen. Suborder Endeostigmata. Pp. 421-429. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Walter, D. E., S. Bolton, M. Uusitalo & Z.-Q. Zhang. 2011. Suborder Endeostigmata Reuter, 1909. Pp. 139-140. En: Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zhang, Z.-Q. (Ed.). Zootaxa (special issue), 3148:1-237.

Walter, D. E., E. E. Lindquist, I. M. Smith, D. R. Cook & G. W. Krantz. 2009. Chapter thirteen. Order Trombidiformes. Pp. 233-420. En: A manual of Acarology. Krantz, G. W. & D. E. Walter (Eds.). 3rd edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, EE. UU.

Walter, D. E. & H. C. Proctor. 2013. Mites: ecology, evolution & behaviour. Life at a microscale. 2nd edition. Springer + Business Media, Dordrecht, Netherlands. 494 p.

Whitaker Jr., J. O. & J. B. Morales-Malacara. 2005. Ectoparasites and other

associates (Ectodytes) of mammals of Mexico. Pp. 535-666. En: Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. Sánchez-Cordero, V. & R. A. Medellín (Eds.). Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Wilson, D. E. & D. M. Reeder (Eds.). 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference. 3rd edition. Disponible en http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/

Zhang, Z.-Q. 2011. Animal biodiversity: an outline of higher level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa (special issue), 3148:1-237.

Zhang, Z.-Q. 2013. Phylum Arthropoda. Pp. 17-26. En: Animal biodiversity: an outline of higher level classification and survey of taxonomic richness (addenda 2013). Zhang, Z.-Q. (Ed.). Zootaxa (special volume), 3703(1):1-82.

Zhang, Z.-Q., Q.-H. Fan, V. Pesic, H. Smit, A. V. Bochkov, A. A. Khaustov, A. Baker, A. Wohltmann, T. Wen, J. W. Amrine, P. Beron, J. Lin, G. Gabrys & R. Husband. 2011. Order Trombidiformes Reuter, 1909. Pp. 129-138. En: Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zhang, Z.-Q. (Ed.). Zootaxa (special issue), 3148:1-237.

EL PAPEL DE LOS INSECTOS EN LA CONSERVACIÓN

THE ROLE OF INSECTS IN CONSERVATION

M. Ventura Rosas-Echeverría.

Escuela de Estudios Superiores Jojutla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. 18 de Marzo 617, 62900 Jojutla, Morelos, México.
mvrosase@gmail.com

ABSTRACT

Insects are the most diverse group in the history of life. They emerged 400 million years ago; this means they are among the earliest land animals. Within ecosystems, insects are a key component of biodiversity and provide critical services to it, such as nutrients cycling, degradation of litter and wood, scattering fungi, recycling of dung, plant propagation(including pollination, seed dispersal and seed feeding), maintaining the composition and structure of plant communities, among others. Likewise, they serve as food for insectivorous vertebrates, which comprise the largest amount of birds, mammals, reptiles and fish. Insects provide maintenance to the structure of animal communities through disease transmission on large animal and predation or parasitism on small animals. The use of insects in conservation studies and recognition of species at risk has barely begun. Studies indicate that they are excellent ecological indicators, and at monitoring of biotic changes in the environment. However, habitat destruction, introduction of exotic species, the use of GMOs, climate change, pesticide use, among other factors, have contributed to the decline of insect populations by 33%. The aim of this paper is to describe the services provided by insects in the conservation of ecosystems.

Introducción

Los insectos crean el fundamento biológico para todos los ecosistemas terrestres (Scudder, 2009). Aunque en la práctica rara vez son vistos de forma útil, como se ve a otros organismos, el principio de valor utilitario se aplica también a ellos. La mayor característica significativa de los insectos en términos de filosofía utilitaria (Samways, 2005), es asegurar la continuidad de los servicios ecológicos, así como de mantener la salud y la integridad ecológica (Carignan & Villard, 2002; Isasi-Catala, 2011). La grandeza ecológica de los insectos radica en su habilidad como grupo para transferir grandes cantidades de energía, ya que son determinantes de la estructura de las comunidades y formadores de hábitats; algunos, como las hormigas y las termitas, son notables recicladores de materia física (Gullan & Cranston, 2010), por lo que se conocen como "ingenieros ecológicos" (Samways, 2005; Freymann *et al.*, 2008; Isasi-Catala, 2011). Otro de los atributos más benéficos de los insectos es que muchos son polinizadores (Losey & Vaughan, 2006; Nichols *et al.*, 2008; Potts *et al.*, 2010; Vázquez-Moreno, 2012; Dicks *et al.*, 2013). Algunos de los factores que intervienen en el ensamblaje de las comunidades de insectos son la estructura y la composición de los suelos. A su vez, las características de flora y fauna del paisaje pueden ser moldeadas por los insectos. Estas interacciones entre insectos y paisaje pueden ser no siempre lineales, pues intervienen factores externos como el tiempo, el clima, que a su vez determinan la dirección y la magnitud de las interacciones en el ecosistema (Samways, 2005).

Como se mencionó, algunas de las funciones más importantes de los insectos en los ecosistemas son el reciclaje de nutrientes, degradación de hojarasca y madera, dispersión de los hongos, reciclaje de estiércol y la propagación de las plantas (incluyendo la polinización y dispersión de semillas, mantenimiento de la composición y estructura de sus comunidades). A su vez, los insectos constituyen el alimento para vertebrados insectívoros, que constituyen el mayor número de aves, mamíferos, reptiles y peces. Proporcionan mantenimiento a la estructura de las comunidades de animales a través de la transmisión de enfermedades a animales grandes, y depredación y parasitismo de animales pequeños. Cada especie de insecto es parte de un gran ensamblaje y su pérdida afecta a la complejidad y a la abundancia de otros organismos (Scudder, 2009; Gullan & Cranston, 2010).

Miller (1993), ha categorizado a los insectos conforme a su

interacción con otros organismos: proveedores, eliminadores y facilitadores. Los insectos fungen como proveedores de las comunidades y los ecosistemas, ya que sirven como alimento o como huéspedes de plantas carnívoras, parásitos y animales depredadores. También desarrollan subproductos como el rocío de miel o mielada (Losey & Vaughan, 2006), excrementos y cadáveres que sostienen a otras especies. Como eliminadores, los insectos eliminan los productos de desecho y los organismos muertos (descomponedores y detritívoros), consumen y reciclan material vegetal vivo (herbívoros) y comen a otros animales (carnívoros) (Losey & Vaughan, 2006; Nichols *et al.*, 2008; Scudder, 2009; Gullan & Cranston, 2010; Vázquez-Moreno, 2012). El número de insectos que parasitan o son presas es vasto; se presume que el 10 % de todos los insectos son parasitoides (Godfray, 1994). Órdenes completos como Odonata (libélulas), Neuroptera (crisopas y hormigas león), son depredadores. Un gran porcentaje de Hemiptera (chinches), Coleoptera (escarabajos), Diptera (moscas), Hymenoptera (avistas, abejas y hormigas) son depredadores (FAO, 2013).

Además de todos los servicios mencionados anteriormente, los insectos proporcionan directamente muchos productos, como la miel y la seda. De acuerdo con la FAO (2009; 2013), las abejas (*Apis mellifera*) producen alrededor de 1.2 millones de toneladas de miel comercial por año, mientras que el gusano de seda (*Bombyx mori*) produce más de 90 mil toneladas del textil. El carmín, un tinte rojo, es producido por cochinillas (orden Hemiptera); éste se utiliza para colorear los alimentos, textiles y productos farmacéuticos. La resilina, una proteína (Elvin *et al.*, 2005; Scudder, 2009) similar a la goma que permite a los insectos saltar, ha sido utilizada en la medicina para reparar arterias debido a sus propiedades elásticas (Elvin *et al.*, 2005; FAO, 2013).

El uso de insectos en estudios de la conservación y el reconocimiento de las especies en riesgo apenas ha comenzado. Los estudios indican que son mejores como indicadores ecológicos o en el seguimiento de los cambios bióticos en el ambiente que cualquier otro grupo de organismos. Aunque sólo algunos taxones como las libélulas, mariposas, grupos de polillas (Conrad *et al.*, 2006; Van Dyck *et al.*, 2009) y escarabajos se han utilizado para este fin (Scudder, 2009). Sin embargo, de acuerdo con Dirzo y colaboradores (2014), las poblaciones de insectos han disminuido en un 33%, con una fuerte variación entre los órdenes. Recientemente la conservación de la diversidad de

insectos ha recibido una mayor aceptación, principalmente con el reconocimiento de la función que estos desempeñan en el mantenimiento de los procesos ecológicos terrestres (Samways, 2005).

De acuerdo con el diccionario de la lengua española, el término *Conservación* proviene del latín *Conservãre*, que denota varios significados: **1.tr.** Mantener algo o cuidar de su permanencia. **2.tr.** Mantener vivo y sin daño a alguien. **3.tr.** Continuar la práctica de costumbres, virtudes y cosas semejantes. **4.tr.** Guardar con cuidado algo. **5.tr.** Hacer conservas. Por su parte, Samways (2005) plantea que "la acción de conservar debe tener un fundamento filosófico y ético, lo cual le da un significado de acción y dirección". En el nivel más superficial, significa que da utilidad; la naturaleza está a nuestro servicio, de ser posible, de forma sostenible. "En un sentido más profundo, requiere una lucha con pensamientos e ideales, es decir, es un enfoque filosófico donde los seres humanos y la naturaleza todavía están separados, aunque esta última es admirada y disfrutada. Una forma alternativa es que los humanos son parte de la fábrica de la naturaleza y ésta es usada de forma sustentable y profundamente respetada" (Samways). En años recientes, una filosofía ambiental ha emergido, la cual sostiene que los organismos, incluyendo los insectos, tienen el derecho a existir sin dar necesariamente cualquier servicio a la humanidad. Por lo antes mencionado, el objetivo de este trabajo es describir los servicios que proporcionan los insectos en la conservación de los ecosistemas.

Insectos en el reciclaje de nutrientes

La hojarasca y el humus, que comprenden hojas, ramas, madera, frutas y flores y al caer al suelo son degradadas por bacterias, protistas y hongos; en ello también participan artrópodos como ácaros, termitas, hormigas y muchos coleópteros. La acción de los nemátodos, lombrices y artrópodos terrestres, incluyendo crustáceos, ácaros y un rango de hexápodos, es indispensable en la descomposición de partículas de diversos tamaños, como las heces (Gullan & Cranston, 2010). También los estados inmaduros de muchos insectos, incluyendo coleópteros, dípteros y lepidópteros pueden ser abundantes en la hojarasca y participar en la descomposición del suelo (Gullan &

Cranston, 2010). La fauna del suelo incluye además muchos otros insectos sin alas, como los pececillos de cobre (Archaeognatha), pececillos de plata (Zygentoma), cucarachas (Blattodea), grillos, saltamontes, langostas (Orthoptera) y tijerillas (Dermaptera). El material vegetal muerto que contiene altas proporciones de celulosa y lignina es difícil de degradar; de hecho, entre los insectos, algunas cucarachas y termitas de la subfamilia Nasutitermitinae (Isoptera) son los únicos taxones que poseen la facultad de degradar la celulosa (Hartley & Jones, 2004).

Muchos hexápodos que viven en el suelo, derivan su nutrición de la ingestión de grandes cantidades de tierra, que contiene restos en descomposición de vegetales y animales muertos y asociados con microorganismos. Estos son conocidos como saprófagos o detritívoros, e incluyen hexápodos tales como colémbolos, larvas de escarabajos y ciertas termitas (Termitoidae: Termitinae, incluido el género *Termes* y sus parientes). De acuerdo con Hartley & Jones (2004), las termitas son quizás los descomponedores más impresionantes del mundo de los insectos, ya que pueden actuar como herbívoros o alimentarse de una gran variedad de materia viva, muerta o en descomposición, incluyendo el consumo y reciclaje de grandes volúmenes de suelo. Estos hábitos de alimentación hacen de las termitas importantes ingenieros del ecosistema, que a lo largo de grandes periodos pueden modificar las propiedades físicas del suelo, tales como la textura, las tasas de infiltración de agua y el contenido de nutrientes en diferentes escalas espaciales (Freymann *et al.*, 2008).

Insectos en la eliminación del estiércol

Los escarabajos son recicladores de basura de nuestro entorno, con lo que contribuyen a mantener limpio el planeta. Comen excremento, carroña, plantas muertas e incluso hongos. De acuerdo con la FAO (2013), si el excremento del ganado permaneciera en la superficie, cerca del 80% del nitrógeno se perdería en la atmósfera. La presencia de escarabajos peloteros significa el reciclaje de carbono y minerales hacia el suelo.

Los excrementos o estiércol producido por los vertebrados son una rica fuente de nutrientes. En los pastizales de América del Norte y

África, los grandes ungulados producen volúmenes considerables de fibra y estiércol rico en nitrógeno que contiene muchas bacterias y protistas. Los insectos coprófagos (organismos que se alimentan de estiércol) utilizan el recurso. Ciertas familias de moscas, tales como Scathophagidae, Muscidae [en particular las especies cosmopolitas *Musca domestica* y *M. vetustissima* de Australia (Ridsdill-Smithm & Hayles, 1990; Nichols *et al.*, 2008), y la mosca del búfalo tropical, *Haematobia irritans*], Faniidae y Calliphoridae, ovipositan sobre el estiércol recién producido. En este medio, las larvas de mosca son depredadoras (en particular de otras especies de Muscidae) y pueden reducir seriamente la supervivencia de coprófagos. Así, en ausencia de depredadores o perturbación del estiércol, tales larvas pueden dar lugar a niveles molestos de poblaciones de moscas (Nichols *et al.*, 2008; Gullan & Cranston, 2010).

Los principales insectos responsables de reciclar el excremento y limitar así la cría de moscas en el medio son los escarabajos del estiércol, que pertenecen a la familia Scarabaeidae. En África, donde muchos grandes herbívoros producen grandes volúmenes de estiércol, varios miles de especies de escarabajos muestran una amplia variedad de comportamientos coprófagos. Muchos pueden detectar el estiércol cuando éste se deposita por un herbívoro; muchos individuos llegan por una sola excreta fresca de elefante (Gullan & Cranston, 2010). No todas las larvas de los escarabajos usan estiércol, algunas ingestan materia orgánica del suelo, mientras que otras son herbívoras en las raíces de las plantas.

Los escarabajos peloteros extraen una porción del excremento, hacen con él una bola y la transportan a cierta distancia de la masa principal por rodamiento; luego la entierran en el suelo para alimentarse o construyen un nido subterráneo donde introducen la bola de estiércol en la que depositan sus huevos. Al nacer las larvas comen de la materia fecal hasta su completo desarrollo (Nichols *et al.*, 2008). A través de la alimentación y la anidación de adultos y larvas, la actividad del escarabajo pelotero sirve para controlar la abundancia de moscas detritívoras, nemátodos y protozoos dispersos en el excremento. Estos procesos ecológicos tienen enormes implicaciones para el ganado, la fauna en general, la salud humana y el bienestar ecológico (Byford *et al.*, 1992; Nichols *et al.*, 2008).

A continuación se describe un ejemplo del servicio que proporcionan los escarabajos coprófagos al ambiente. De acuerdo con

Martínez y colaboradores (2011), una res adulta puede producir 12 boñigas al día de casi 4 kg cada una, lo cual significa que cada res diariamente deposita sobre el pasto casi 50 kg de estiercol. Si una boñiga de aproximadamente 30 cm de diámetro cubre una superficie de pasto de 0.09 m^2, 12 boñigas diarias de una sola vaca cubrirían 1.08 m^2 de pastizal. En un rancho con 100 vacas, el estiércol evacuado por día abarcaría una superficie de 108 m^2. En una semana, 756 m^2 de pasto estarían cubiertos por excremento, y en poco más de 10 semanas las boñigas cubrirían casi una hectárea. La actividad de limpieza del pastizal por los escarabajos al enterrar el estiércol se da dependiendo del tamaño y la abundancia de las especies, que varía según la época del año y la hora del día. Generalmente los especímenes grandes se presentan en menor número que los pequeños, pero son más eficientes.

Las especies cavadoras grandes pueden enterrar de 10 a 500 gr por individuo. Si consideramos que una boñiga pesa 4 kg en promedio, se necesitarían aproximadamente 10 individuos para enterrarla toda. Pero si los lucánidos son pequeños para hacerlo, se requerirían muchos más insectos. Así, el tiempo de enterramiento variará de unas horas a 2 o 3 días dependiendo de la especie, su tamaño y el número de escarabajos que lleguen a utilizarla.

En 2006, en Estados Unidos se estimó que los escarabajos coprófagos ahorraban a los ganaderos aproximadamente 380 millones de dólares al año (Martínez *et al.*, 2011). Por otra parte, se ha estimado, para este mismo país, que en ausencia de estos insectos, se gastarían 2 millones de dólares por año en fertilizantes suplementarios para el sector agrícola, intervenciones técnicas y multiplicación de tratamientos sanitarios para el ganado (Lumaret & Martínez, 2005).

Para conservar estas especies benéficas es necesario conocer su biología, para posteriormente establecer programas calendarizados de aplicación de vermicidas, insecticidas, herbicidas y antibióticos, así como usar las sustancias tóxicas de forma adecuada, ya que se ha encontrado que, en el caso de México, se utilizan los desparasitantes, insecticidas y herbicidas más tóxicos (Martínez *et al.*, 2011). Los residuos de ciertos medicamentos que se encuentran en las excretas de los animales pueden ser tóxicos para los insectos coprófagos y perturbar el funcionamiento de los pastizales, en ocasiones con una disminución en la velocidad de desaparición del estiércol de vacas y caballos (Martínez *et al.*, 2011), disminuyendo ciertos procesos

biológicos y eliminando o haciendo menor el número de la fauna de este ecosistema, principalmente escarabajos del estiércol, dípteros, otros insectos y quizá las lombrices de tierra, además que todo esto le ocasiona pérdidas económicas a los ganaderos (Lumaret & Martínez, 2005; Martínez & Lumaret, 2006; Martínez *et al.*, 2011).

Por otra parte, se ha encontrado una forma alternativa para el reciclaje del estiércol, ya que las termitas pueden eliminar rápidamente grandes cantidades de excretas de mamíferos, especialmente en la estación seca (Herrick & Lal, 1996). Como las termitas llevan grandes cantidades de estiércol por debajo de la superficie del suelo, alteran y enriquecen los suelos con nutrientes. La alimentación de las termitas con estiércol parece ser un proceso importante previamente subestimado en el funcionamiento de los ecosistemas tropicales (Freyman *et al.*, 2008; Nichols, 2008).

Insectos como polinizadores

Los insectos polinizadores son un componente clave de la biodiversidad, pues proporcionan un servicio fundamental en los ecosistemas al polinizar muchas plantas silvestres y cultivos (Potts *et al.*, 2010; Chen & Bernal, 2011; Dicks *et al.*, 2013). Se estima que 100 mil especies de polinizadores han sido identificadas, y casi todas ellas (98%) son de insectos. Más del 90% de las 250 mil especies de plantas con flores dependen de ellos. Esto también es cierto para las tres cuartas partesde las 100 especies de cultivos que generan la mayor parte de los alimentos del mundo (Dicks *et al.*, 2013; FAO, 2013; Dirzo *et al.*, 2014). Los productos de la polinización incluyen muchas frutas, frutos secos, verduras y aceites, así como carne y productos lácteos de origen herbívoro (Losey & Vaughan, 2006).

Los insectos, en particular las abejas, son los principales polinizadores de la mayoría de los cultivos agrícolas y plantas silvestres. Los servicios de polinización dependen de ambas poblaciones de polinizadores domesticadas y silvestres, las cuales puedan verse afectadas por una serie de cambios ambientales recientes como la pérdida de hábitats, con serias consecuencias para la prestación de servicios de polinización (Potts *et al.*, 2010; Dirzo *et al.,* 2014).

Aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas con flores están especializadas para ser polinizadas por animales, principalmente insectos. El impacto negativo de la pérdida de los polinizadores se ha sentido con fuerza en la biodiversidad y en la agricultura. La función de los polinizadores es, entre otras cosas, asegurar la reproducción, el desarrollo de la fructificación y la dispersión de las plantas, tanto en los agroecosistemas como en los ecosistemas naturales (FAO, 2014).

A su vez, las plantas tienen que existir para que los polinizadores puedan alimentarse. De hecho, algunas especies de plantas se basan en unos pocos tipos de polinizadores en particular para su polinización. Algunos de estos, como las abejas, también proporcionan alimentos e ingresos adicionales para las familias rurales, en forma de miel y otros subproductos; por lo tanto, la disminución de polinizadores impacta la sostenibilidad de las familias rurales. La disminución de las poblaciones de polinizadores también afecta a la biodiversidad vegetal, en particular las especies nativas, que han sido objeto de presiones externas, como la destrucción y fragmentación del hábitat, a consecuencia de actividades como el desmonte de tierras para fines agrícolas, el uso de plaguicidas y la introducción de especies exóticas (FAO, 2014).

A nivel mundial, el polinizador más manejado para aumentar la producción agrícola es la abeja europea o abeja melífera (*Apis mellifera*). La abeja de la miel también proporciona servicios de polinización a plantas silvestres. Hoy en día existe una clara evidencia de graves disminuciones regionales en la miel de abeja doméstica en los EE. UU. (59% de pérdida de las colonias entre 1947 y 2005) y en Europa (25% de pérdida de las colonias en el centro de Europa entre 1985 y 2005), tornando preocupante la dependencia de los cultivos agrícolas y plantas silvestres. Tal preocupación ha sido planteada sobre la futura disponibilidad de la polinización de las plantas por abejas (Potts *et al.*, 2010).

De hecho se platean varias causas en cuanto a la pérdida de las colonias de abejas (*Apis mellifera*). A este fenómeno se le ha denominado Problema de Colapso de Colonias (*Colony Collapse Disorder*, CCD). Aunque la causa del fenómeno no es clara, el problema se atribuye a varios factores. Un primer estudio, mediante un enfoque metagenómico para encontrar a los patógenos asociados, encontró que el virus de la parálisis aguda de Israel (IAPV) está fuertemente

correlacionado con el CCD. En el segundo estudio no se observó que hubiera una relación del CCD con la presencia de plaguicidas. Finalmente en un tercer estudio caracterizado por el CCD y factores de riesgo asociados a la población, las abejas mostraron que las colonias con CCD presentaban una gran cantidad de patógenos, además de otros factores de estrés, aunados a un posible efecto de la herencia por el parasitismo del ácaro *Varroa* (Le Conte *et al.*, 2010).

El impacto causado por la disminución de insectos en el proceso de la polinización de flores silvestres afecta directamente las poblaciones de tales plantas (y por tanto, potencialmente reduciendo aún más los recursos florales para los polinizadores). La mayoría de las especies de plantas silvestres (80%) son directamente dependientes de la polinización por insectos para la producción de fruta y semillas (62-73%), y muchas de las poblaciones de plantas muestran alguna limitación en su polinización, aunque esto puede variar notablemente entre sitios y estaciones (Potts *et al.*, 2010).

Insectos como especies indicadoras

Los indicadores ecológicos son una herramienta utilizada para el estudio y monitoreo de objetivos de conservación como la biodiversidad, la integridad ecológica o la salud de los ecosistemas (Carignan & Villard, 2002; Isasi-Catala, 2011). Los indicadores de integridad ecológica se pueden encontrar en muchos niveles de organización, incluyendo especies, paisaje y ecosistemas. En el nivel de especie, Lamberk (1997) y Noss (1999) proponen varios indicadores, aunque los más utilizados son los siguientes:

- *Especies paraguas*. Especies cuya conservación confiere protección de forma indirecta a muchas otras que coocurren naturalmente (Roberge & Angelstman, 2004). Un ejemplo de especie paraguas o bandera es la polilla *Synemon plana*. Las poblaciones de este cástnido han sido afectadas debido a que las praderas y los bosques australianos, donde radica, se han visto amenazadas por la conversión del ecosistema en agroecosistemas empobrecidos,

dominados por plantas exóticas (Cranston, 2010).

- *Especies bandera*. Todas aquéllas que por su atractivo se les ha hecho de alguna manera depositarias de las esencias de la conservación (Delibes de Castro, 2005). Ejemplos de especies bandera son algunos escarabajos y mariposas, como la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), que requiere de una conservación especial (Scudder, 2009).

- *Especie clave*. Inicialmente se consideraban como especies clave aquellas cuya actividad genera un efecto sobre otras especies de la comunidad de forma desproporcional, de acuerdo con lo esperado según su biomasa y abundancia (Bond, 1994; Paine, 1995). En la actualidad, el concepto se ha extendido, considerándose también aquellas que afectan no sólo a otras especies, sino a la estructura y función del sistema natural (Paine, 1995; Payton *et al*., 2002). Es por ello que las especies clave pueden ser organismos que controlen dominantes potenciales (*e.g.* productores de enfermedades como la bacteria del ántrax *Bacillus anthracis)*, proveedores de recursos (*e.g.* peces anádromos), mutualistas (*e.g.* mosca del higo, como polinizador específico de *Ficus*; Payton *et al*., 2002) y modificadores o ingenieros de ecosistemas *(e.g.* escarabajo de corteza *Ips typographus*) (Isasi-Catala, 2011). Un ejemplo de especie clave es el escarabajo del pino de montaña (*Dendroctonus ponderosae*), cuyo hospedero primario es el pino torcido (*Pinus contorta*, *var. latifora* Engel). El escarabajo ha devastado las poblaciones de pino localizadas en la Columbia Británica durante la última década. El brote actual inició durante los años 90 y ha infestado 4.5 millones de hectáreas. Para el 2006 había infestado más de 8.7 millones de hectáreas. Aún no ha alcanzado su punto máximo, y en algunas partes del centro y sur de las provincias bien podría extenderse a la totalidad de los bosques

> boreales, cruzando Canadá; al hacerlo podría afectar negativamente la estabilidad de las poblaciones silvestres. En tales condiciones, el escarabajo actúa como una especie clave provocando fuertes efectos sobre la comunidad de pinos. Los insectos defoliadores tienen efectos importantes en el crecimiento y la supervivencia del bosque de pino, y pueden alterar los bosques y la función de los ecosistemas (Scudder, 2009).

Otro caso de especie clave es la asociación entre hormigas y hemípteros productores de miel, también es uno de los ejemplos de mutualismo, los hemípteros productores de miel alteran drásticamente la abundancia y las prácticas abusivas de las hormigas a las acacias. Estas interacciones de especies clave pueden tener efectos fuertes y generalizados en las comunidades en las que están inmersas (Styrsky & Eubanks, 2007). Las especies clave influyen de forma desproporcionada en la abundancia de otras especies y en la dinámica de los ecosistemas (Piraino *et al.*, 2002). Por lo tanto, es importante identificar especies clave, sobre todo para mantener la integridad de los ecosistemas y la diversidad biológica (Libralato *et al.*, 2006; Samways, 2005).

Conclusiones

En términos de biomasa y de sus interacciones con otros organismos, los insectos son el grupo de animales terrestres más importante, diverso y exitoso del planeta. Tan así es, que si estos desaparecieran, la humanidad probablemente no duraría más de unos pocos meses (Scudder, 2009). Por todas las funciones que estos desempeñan son un componente fundamental de los ecosistemas terrestres y deben ser un elemento crítico de la investigación y de la gestión de la conservación.

Agradecimientos

Al Dr. Víctor Hugo Toledo Hernández por leer un borrador anterior y hacer sugerencias para mejorarlo. Al Cuerpo Académico Biología del Dosel por la invitación a participar en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bond, W. J. 1994. Keystone species. Pp. 23-253. En: Biodiversity and ecosystem function. Schulzer, E. D. & H. A. Mooney (Eds.). Springer-Verlag, Berlin.

Byford, R. L., M. E. Craig, & B. L. Crosby. 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. Journal of Animal Science, 70:597-602.

Carignan V. & M. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. Environmental Monitoring and Assessment, 78:45-61.

Chen, Y. H. & C. C. Bernal. 2011. Arthropod diversity and community composition on wild and cultivated rice. Agriculture and Forest Entomology, 13:181-189.

Conrad, K. F., M. S. Warren, R. Fox, M. S. Parsons & I. P. Woiwod. 2006. Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. Biological Conservation, 132:279-291.

Cranston, P. S. 2010. Insects Biodiversity and Conservation in Australasia. Annual Review of Entomology, 55:55-75.

Dicks, L. V., A. Abrahams, J. Atkinson, J. Biesmeijer, N. Bourn, C. Brown, M. J. F. Brown, C. Carvell, C. Connolly, J. E. Cresswell, P. Croft, , B. Darvill, , P. De Zylva, P. Effingham, M. Fountain, A. Goggin, D. Harding, T. Harding, C. Hartfield, M. S. Heard, R. Heathcote, D. Heaver, J. Holland, M. Howe, B. Hughes, T. Huxley, W. E. Kunin, J. Little, C. Mason, J. Memmott, J. Osborne, T. Pankhurst, R. J. Paxton, M. Pocock, S. G. Potts, E. F. Power, N. E. Raine, E. Ranelagh, S. Roberts, R. Saunders, K. Smith, R. M. Smith, P. Sutton,L. A. N. Tilley, A. Tinsley, A. Tonhasca, A. J. Vanbergen, A. Webster, S. A. Wilson & W. J. Sutherland. 2013. Identifying key knowledge needs for evidence-based conservation of wild insect pollinators: a collaborative cross-sectoral exercise. Insect Conservation and Diversity, 6:435-446.

Dirzo, R., H. S. Young, M. Galetti, G. Ceballos, N. J. B. Isaac & B. Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. Science, 345: 401-406.

Elvin, C. M., A. G. Carr, M. G. Huson, J. M. Maxwell, R. D. Pearson, T. Vuocolo, N. E. Liyou, D. C. C Wong, D. J. Meritt & N. E. Dixon. 2005. Synthesis and properties of cross linked recombinant pro-resilin. Nature, 437:999-1002.

FAO. 2009. Biodiversity and nutrition, a common path. Rome.

FAO. 20013. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome.

FAO. 2014. Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture, (AGP), Pollination. http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/biodiversity/pollination/en/; última consulta 27.IV.2014

Freymann, B. P., R. Buitenwerf, O. Desouza & H. Olff. 2008. The importance of termites (Isoptera) for the recycling of herbivore dung in tropical

ecosystems: A review. European Journal Entomology, 105:165-173.
Godfray, H. C. J. 1994. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. Princeton Gullan, P. J. & P. S. Cranston. 2010. The Insects: An outline of Entomology. 4a Ed. Wiley-Blackwell Science. Oxford. 565 pp.
Hartley, S. E. & T. H. Jones. 2004. Insect herbivores, nutrient cycling and plant productivity. Pp. 27-52. En: Insects and Ecosystem Function. Weisser, W. W. & E. Siemann (Eds.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
Herrick, J. E. & R. Lal. 1996. Dung decomposition and perturbation in a seasonally dry tropical pasture. Biology and Fertility of Soils, 23:177-181.
Isasi-Catalá, E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, bandera y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. Interciencia, 36:31-38.
Lambeck, R. J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. Conservation Biology, 11:849-856.
Le Conte, Y., M. Ellis & W. Ritter. 2010. *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? Apidologie, 41:353-363.
Libralato, S., V. V. Christensen & D. Pauly. 2006. A method for identifying keystone species in food web models. Ecological Modelling, 195:153-171.
Losey, J. E. & M. Vaughan. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. BioScience, 56:311-323.
Lumaret, J. P. & I. Martínez. 2005. El impacto de los productos veterinarios sobre los insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en los pastizales. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 21:137-148.
Martínez, M. I., M. Cruz R., E. Montes de Oca & T. T. Suárez. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Secretaría de Educación de Veracruz del Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa, 71 pp.
Martínez, M. I. & J. P. Lumaret. 2006. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. Folia Entomológica Mexicana, 45:57-68.
Miller, J. C. 1993. Insect natural history, multi-species interactions and biodiversity in ecosistems. Biodiversity and Conservation, 2:223-241.
Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Ameizquita & M. E. Favila. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. Biological Conservation, 141:1461-1474.
Noss, R. F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. Forest Ecology and Management, 115:135-146.
Paine, R. 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. Conservation Biology, 9:962-964.
Payton, I. J., M. Fenner & W. Lee. 2002 Keystone Species: the Concept and its Relevance for Conservation Management in New Zealand. Science for Conservation 203. Department of Conservation. Wellington, Nueva Zelanda. 29 pp.
Piraino, S., G. Fanelli & F. Boero. 2002. Variability of species' roles in marine communities: change of paradigms for conservation priorities. Marine Biology, 140:1067-1074.
Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen O. Schweiger & W. E. Kunin. 2010. Global

pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution, 25:345-353.

Ridsdill-Smith, T. J. & L. Hayles. 1990. Stages of bush fly, *Musca vetustissima* (Diptera: Muscidae), killed by scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in unfavourable cattle dung. Bulletin of Entomological Research, 80:473-478.

Roberger, J. & P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. Conservation Biology, 18:76-85.

Samways, M. J. 2005. Insect diversity conservation. Cambridge University Press. Cambridge. 342 pp.

Scudder, G. G. E. 2009. The importance of insects. Pp. 7-32. En: Insect Biodiversity: Science and Society. Foottit, R. G. & P. H. Adler (Eds.). Wiley-Blackwell Publishing, Oxford.

Styrsky, J. D. & M. D. Eubanks. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. Proceedings of Royal Society, 274:151-164.

Van Dyck, H., A. J. Van Strien, D. Maes & A. M. Van Swaay. 2009. Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. Conservation Biology, 23: 957-965.

Vázquez-Moreno, L. L. 2012. Los insectos, los agricultores y el manejo de la finca. LEISA Revista de agropecuaria, 28:5-8.

LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT, UNA AMENAZA PARA LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

HABITAT FRAGMENTATION, A THREAT TO BIODIVERSITY IN THE TROPICAL DRY FOREST

Ofelia Sotelo-Caro.

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIβγC).
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001,
Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62209, México.

ABSTRACT

Habitat fragmentation is the process of division of continuous habitat and is one of the main factors that affect terrestrial ecosystems, like the tropical dry forest. Change in land use and the proximity to agricultural and urban areas are closely related with fragmentation. Habitat fragmentation is a continuous dynamic process that potentially affects the structure and function of the ecosystem. The magnitude of fragmentation can be measured through the number, size and shape of the fragments, and the distance between each other. This work analyzes the size and number of fragments of tropical dry forest in different conservation status. Results indicate that as fragmenting distrubance increases, so does the number of fragments, while species richness in woody plants decreases.

Actualmente se reconoce que el bosque tropical caducifolio (BTC) contiene una gran diversidad de especies y un alto número de endemismos (Ceballos & García, 1995; Balvanera *et al.*, 2002; Trejo & Dirzo, 2002). Una característica de este bosque es su marcada fenología, que hace parecer que un mismo lugar observado en dos épocas distintas parezcan sitios diferentes, pues durante el periodo lluvioso el BTC genera un paisaje exuberante, en el que se pueden encontrar diferentes estratos herbáceos, arbustivos y hasta arbóreos, y en condiciones de poca o nula perturbación, las lianas son abundantes, lo que dificulta su exploración dada la vegetación cerrada y de baja estatura (de 5 a 12 metros). En cambio, en la época de estiaje, la pérdida de las hojas muestra un bosque abierto, carente de la exuberancia de los días lluviosos; no obstante, es en este periodo cuando se observa la mayor floración y fructificación. Aunado a esto, resaltan los diversos colores y brillos de las cortezas (Rzedowski, 2006). El prolongado lapso en que el bosque no tiene follaje ha provocado indiferencia en cuanto a su conservación y preservación.

El BTC es de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial, especialmente el Mesoamericano (Miles *et al.,* 2006). En el estado de Morelos, este bosque es el tipo de vegetación más extenso (Contreras-MacBeath *et al.*, 2004), y se ha calculado una pérdida del 1.4 % anual para el periodo comprendido entre 1973 y 1989 (Trejo & Dirzo, 2000). Esta tasa de deforestación fue presentada como una de las más altas entre los ecosistemas tropicales de México (Trejo & Dirzo, 2000).

En zonas de Morelos, como la subcuenca del río Apatlaco, la alta deforestación pudo deberse al desarrollo urbano, porque concentra la mayor densidad poblacional del estado. Esta subcuenca cubre el 13% del territorio estatal, es la zona con mayor presión antropogénica en el estado y alberga al 51% de la población de Morelos, con una densidad promedio de 1,171 habitantes/km^2 (CNA, 2010). La presión antropogénica ha generado que el crecimiento urbano de esta zona se incremente en las áreas que son o han sido BTC.

La deforestación no es la única amenaza para la biodiversidad

La vegetación es un elemento importante dentro del ecosistema, pues lo define operacionalmente y es considerada como el principal indicador de la calidad del paisaje (García-Romero, 2002), debido a su capacidad de respuesta frente a las variaciones ambientales, que se manifiestan en cambios en la composición de especies y en la estructura fisonómica (Van Gils & Van Wijngaarden, 1984; Drdos, 1992). La pérdida del hábitat es considerada como una de las principales amenazas para la mayoría de las especies de animales y plantas (Heywood, 1995).

Además de la deforestación, existen otros problemas en el BTC de la subcuenca del Río Apatlaco. Los altos índices de fragmentación que se observan en la última década, muestran que no sólo las tasas de deforestación reportadas para el estado de Morelos son una amenaza, también la fragmentación del hábitat ha sido reconocida como una de los principales riesgos para el ecosistema (Armenteras *et al.*, 2003). Los efectos de la fragmentación se observan en la reducción de la biodiversidad y el aumento en el aislamiento de hábitats (Skole & Tuker, 1993). Este proceso también puede tener efectos negativos sobre poblaciones amenazadas, modificando la dinámica de las especies, lo cual puede conducir a la alteraración de la persistencia de las poblaciones en el tiempo (Tomimatsu & Ohara, 2003).

En este trabajo se estudió la fragmentación del bosque tropical caducifolio en diferentes estados de conservación/perturbación, y los efectos que este proceso tiene sobre la riqueza de especies. La subcuenca hidrológica del Río Apatlaco se localiza en el centro de México, entre las entidades de Morelos, el Estado de México y la Ciudad de México (Figura 2). Esta subcuenca tiene un área de 85,312 ha, de las que el 90% se localiza en el estado de Morelos. El BTC se desarrolla a partir del centro y hacia el sur de la subcuenca de forma discontinua a una altitud desde los 900 hasta los 1700 ms.n.m.

Método

La metodología aplicada se realizó en dos fases: fotointerpretación y trabajo de campo (Figura 1). Para la fotointerpretación se utilizaron cuatro imágenes SPOT5 correspondientes al año 2011 con resolución espacial de 10 x 10 m de tamaño de pixel. Con estas imágenes se

generó un mosaico mediante el software ERDAS versión 8.4 (SEMARNAP, 2012). Para resaltar la vegetación natural y su estado de conservación o de estrés, se combinaron las bandas 4 (1.58-1.75 µm), 3 (0.78-0.89 µm), 2 (0.61-0.68 µm) de espectro electromagnético de la imagen, generando el compuesto de falso color (Sorani & Álvarez, 1996). Con el límite de la subcuenca en formato *shapefile* se realizó un recorte de la imagen para cuantificar los cambios en la estructura espacial del paisaje, esto es, la identificación de tipos de vegetación y la relación espacial entre los fragmentos (Turner *et al.,* 2001). Es importante destacar que la fotointerpretación se realizó con apoyo de puntos de verificación obtenidos en campo (Figura 2). Se realizó un censo de las especies de árboles que se encuentran en el BTC en sus diferentes estados de conservación. Se trabajaron tres categorías: conservado, perturbado y secundario. En la categoría conservada, la estructura tenía muy baja evidencia de disturbio como tocones, excretas, evidencias de incendios, *etc.* En el caso de la categoría perturbada, el disturbio era más evidente pero la estructura de la vegetación se mantenía similar a la conservada y secundaria; en esta última, el disturbio era conspicuo y la estructura original estaba modificada hasta llegar a formar rodales monoespecíficos.

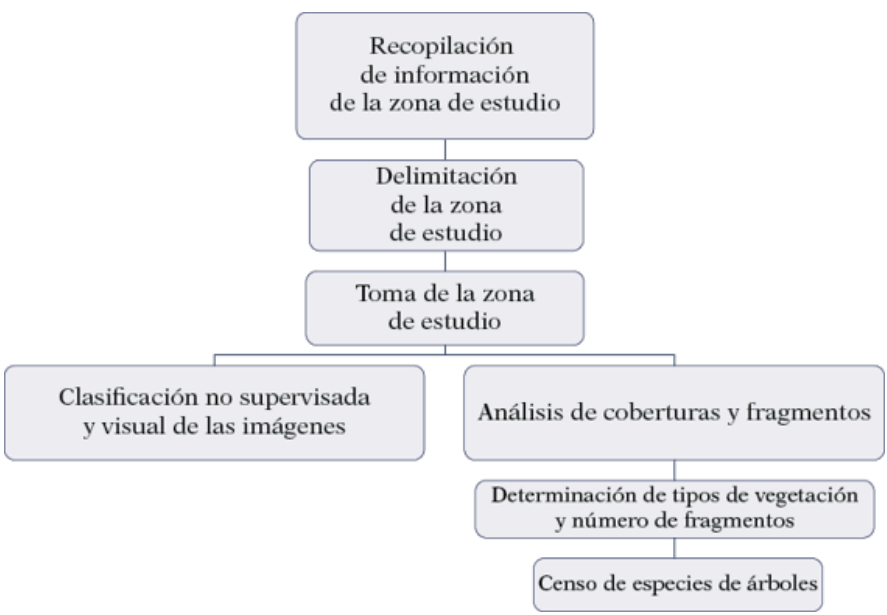


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología empleada.

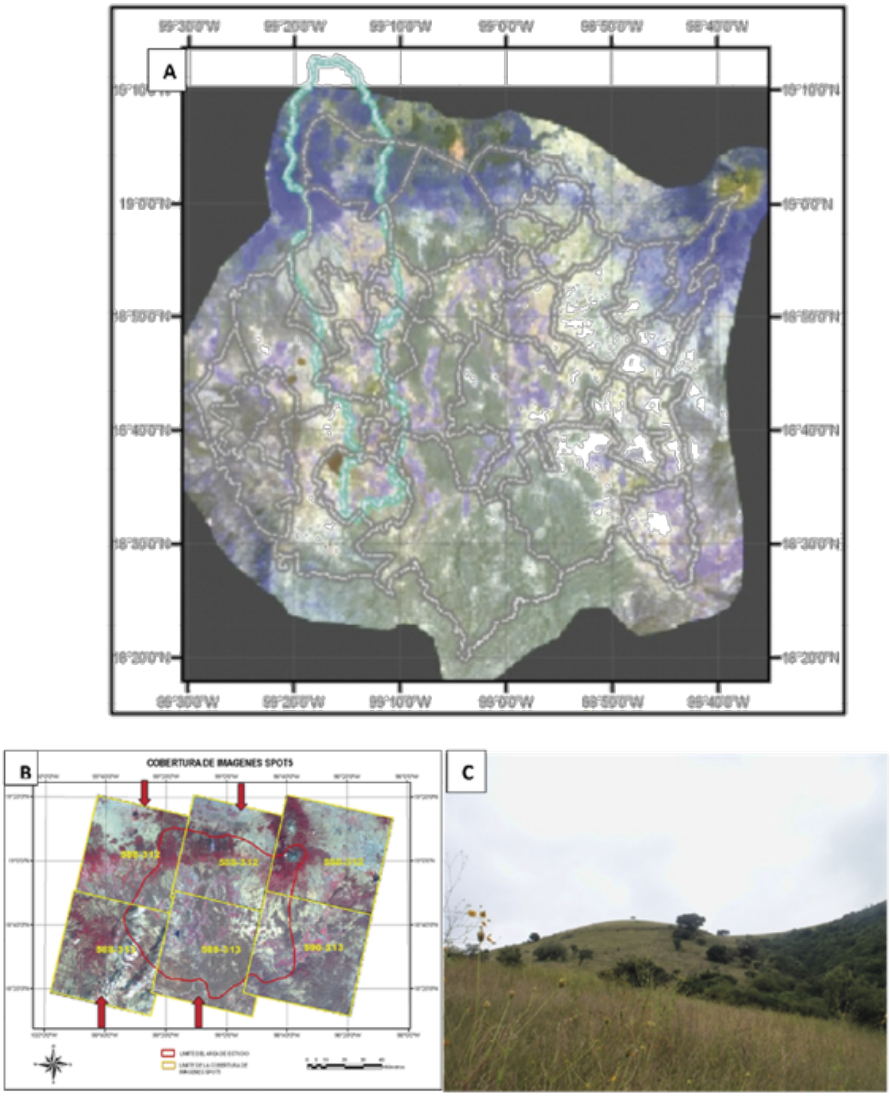


Figura 2. Material utilizado para la evaluación de los fragmentos en la subcuenca del Río Apatlaco. A) Límite de la Zona de estudio y su área de distribución dentro del estado de Morelos. B) Imágenes Spot 5 del año 2011. C) Trabajo de campo en la toma de puntos de verificación.

Resultados

Se identificaron nueve tipos de vegetación en la subcuenca y 1856 fragmentos. El tamaño de los fragmentos varía desde menos de 1 ha

hasta 2006 has (Tabla 1). De los tipos de vegetación, es el BTC en diferentes estados de conservación el que muestra mayor fragmentación, y los fragmentos de mayor tamaño no alcanzan las 350 has. Aunado a esto, la vegetación secundaria derivada del BTC es la que se encuentra más fragmentada, seguida por el bosque perturbado y finalmente el conservado, que tiene menor número de fragmentos (Figura 3). Si el tamaño más grande de un fragmento de BTC es de 315 ha, esto quiere decir que ni siquiera es del tamaño de un cuarto de los fragmentos del bosque de coníferas, que se fragmenta en espacios de hasta 2006 has. La riqueza de especies es de 122 árboles, de las cuales 87 se encontraron en los fragmentos de BTC conservado, 81 en los perturbados y 24 en los fragmentos de vegetación secundaria derivada del BTC, lo cual marca una diferencia sustancial entre la vegetación secundaria de la conservada y la perturbada.

TABLA 1. VEGETACIÓN IDENTIFICADA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO APATLACO Y LOS FRAGMENTOS QUE LA CONFORMAN

	NÚMERO DE FRAGMENTOS	TAMAÑO DE FRAGMENTO
Bosque de coníferas	41	
Bosque de coníferas perturbado	195	
Bosque de encino	54	
Bosque de encino perturbado	98	
Bosque de pino-encino	38	
Bosque de pino-encino perturbado	29	
Bosque tropical caducifolio	246	
Bosque tropical caducifolio perturbado	418	
Vegetación secundaria derivada de bosque tropical caducifolio	791	

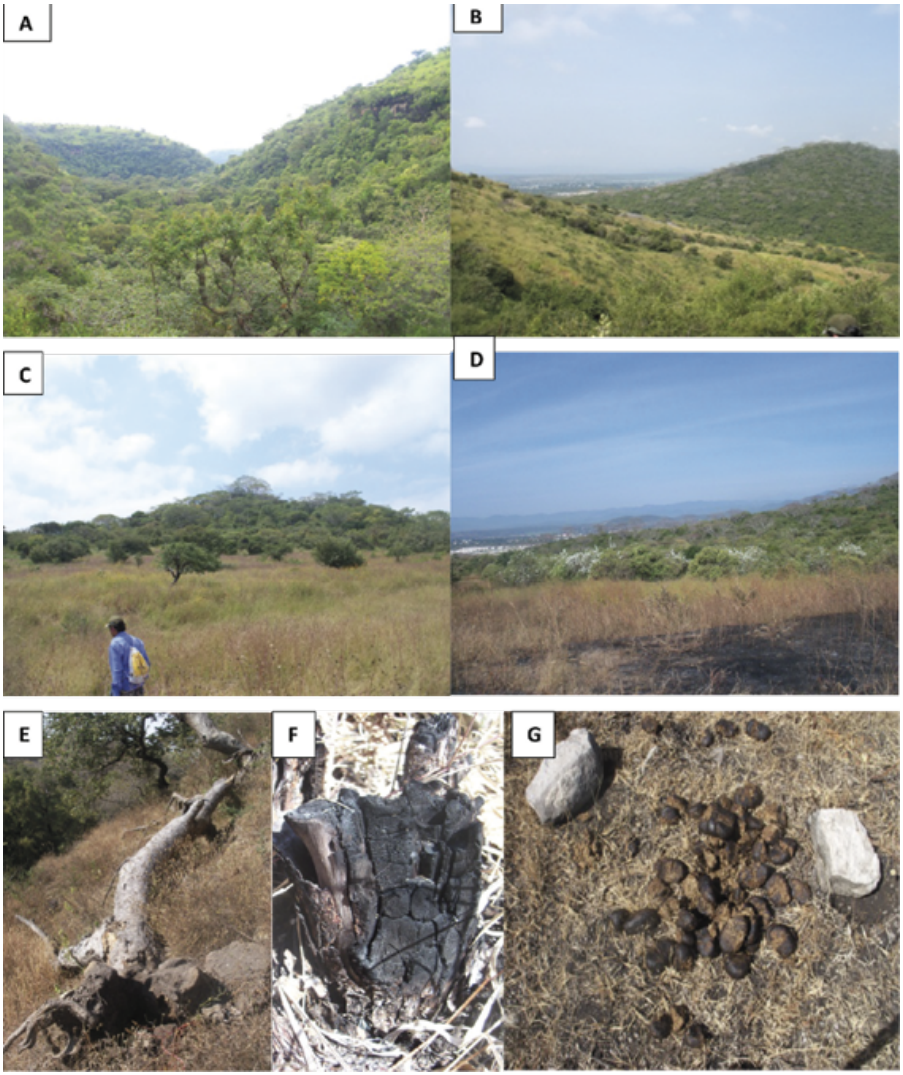


Figura 3. Unidades de paisaje del BTC en la Subcuenca del Río Apatlaco. A) Macizo conservado en laderas de la barranca Tilapeña. B) Lomeríos con evidente deforestación en Xochitepec. C) Lomeríos convertidos en pastizales en Jojutla. D) Cambios de uso del suelo de forestal a urbano. E) Efecto de borde de fragmento perturbado. F) Evidencia de incendio. G) Pastoreo en fragmentos de BTC secundario.

Comentarios finales

La fragmentación del hábitat puede generar barreras en los procesos

de dispersión de flora y fauna. En un ambiente que no está fragmentado existe un libre tránsito de animales y semillas, lo que permite o facilita que en un lugar adecuado se desarrollen nuevas poblaciones; cuando la movilidad de aves y mamíferos se ve disminuida también se afecta la dispersión de las plantas con frutos carnosos que son consumidos por vertebrados, o semillas que se adhieren a sus cuerpos y se dispersan por ectozoocoria (Santos & Telleria, 1994). A medida que exista mayor número de fragmentos y estos se reduzcan, es posible que algunas especies no tengan la capacidad de migrar y, por lo tanto, el número de especies presentes en los fragmentos tenderá a disminuir con el tiempo. En los resultados obtenidos de este trabajo es evidente la disminución de especies en los fragmentos secundarios, en donde sólo se encontraron 24, mientras que los fragmentos conservados y perturbados mostraron entre 87 y 81 especies, respectivamente. Además, los bordes de fragmentos podrían ser susceptibles a mayor incidencia de incendios por su cercanía a las zonas de agricultura y pastizal, y por la presencia de madera de árboles muertos en el borde. Dentro de los fragmentos es posible que el viento sea más intenso y contribuya a la mortalidad de árboles, mientras que en zonas continuas y conservadas la fuerza del viento disminuye al interior por el efecto del dosel (Laurance, 1997). El proceso de fragmentación y los efectos que tiene en todos los organismos es un importante campo de exploración que debe desarrollarse en mayor medida para contrarrestar la actual carencia de estos trabajos y por la constante presión que tiene el BTC en el estado de Morelos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Armenteras, D., F. Gast & H. Villareal. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the Eastern Andes, Colombia. Biological Conservation, 113:245-256.

Balvanera, P., E. Lott, G. Segura, C. Siebe & A. Islas. 2002. Patterns of β-diversity in a Mexican tropical dry forest. Journal of Vegetation Science, 13:145-158.

Ceballos, G. & A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forests in Western Mexico. Conservation Biology, 9:1349-1353.

CNA. 2010. Programa hídrico visión 2030 del Estado de Morelos. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, D. F. México.

Contreras-Macbeath, T., F. Jaramillo, R. Monroy & J. C. Boyás Delgado. 2004. La diversidad biológica en Morelos. Estudio de Estado. CONABIO/

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, D. F., México.
Drdos, J. 1992. On the carrying capacity of environment. Geografía y Desarrollo, 3/7:19-24.
García-Romero, A. 2002. El paisaje: una herramienta para el estudio detallado del territorio. Kuxulkab', VII: 22-33.
Heywood, V. H. 1995. Global biodiversity assessment. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge.
Laurance, W. F. & O. Bieregaard. 1997. Tropical forest remanents: Ecology, management and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press. Chicago, EE. UU.
Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. J. Kapos & E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forest. Journal of Biogeogaphy, 33:491-505.
Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, D. F., México.
SEMARNAP. 2012. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. Anexo 5. Análisis de aptitud con técnicas multicriterio. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
Skole, D. L. & C. J. Tucker. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. Science, 260:1905-1910.
Santos, T. & J. L. Tellería. 1994. Influence of forest fragmentation on seed consumption and dispersal of Spanish juniper, *Juniperus thurifera*. Biological Conservation, 70:129-134.
Sorani, V. & R. Álvarez. 1996. Elaboración de un modelo de simulación del proceso de deforestación. Investigaciones Geográficas, 5:43-47.
Tomimatsu, H. & M. Ohara. 2003. Genetic diversity and local population structure of fragmented populations of *Trillium camschatcense* (Trilliaceae). Biological Conservation, 109:249-258.
Trejo, I. & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis in Mexico. Biological Conservation, 94:133-142.
Turner, M. G., R. H. Gardner & R. V. O'Neill. 2001. Landscape ecology in theory and practice. Springer-Verlag, Nueva York, EE. UU.
Trejo, I. & R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. Biodiversity and Conservation, 11:2063-2084.
Van Gils, H. A. M. J. & W. Van Wijngaarden. 1984. Vegetation structure in reconnaissance and semi-detailed vegetation surveys. ITC Journal, 3:213-218.

LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DEL DOSEL DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

THE IMPORTANCE OF STUDYING THE DIVERSITY AND ECOLOGY OF THE TROPICAL DRY FOREST CANOPY

Alejandro Flores-Palacios[1, a], Susana Valencia-Díaz[1],

Angélica María Corona-López[1] & Víctor Hugo Toledo-Hernández[1].

[1]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [a]alejandro.florez@uaem.mx.

ABSTRACT

Studies in the canopy of tropical dry forest are scarce. The tropical dry forest canopy is low in height, the trees do not usually have rhytidome, leaf fall and flowering are seasonally predictable, species richness of trees is high, but so is dominance. The results of almost ten years of study of tropical dry forest indicate that this system offers the opportunity to develop experiments and understanding the ecological mechanisms of the origin and maintenance of diversity. In this system, epiphytes are scarce and our experimental results show that this scarcity is due to phytotoxic effects of the bark of the host. The wood-eating insects, another group of organisms closely related to the canopy, are diverse in this system and its activity is related to the release of phytotoxic compounds that limit epiphytes.

Introducción

El dosel del bosque denota la arquitectura de la comunidad forestal, así como la composición de especies, el ciclado de nutrimentos, la transferencia de energía y las interacciones que ocurren desde el suelo del bosque hasta la zona de interfase con la atmósfera (Nadkarni *et al.*,

2004). Los estudios sobre el dosel se remontan a comienzos del siglo pasado, al menos en plantas epífitas, y en general estuvieron concentrados en la descripción de especies. A partir de los años 70 del siglo pasado, el interés de la comunidad científica en estudiar la ecología del dosel se incrementó (Nadkarni & Lowman, 1995).

El este incremento del interés académico fue motivado por dos factores, la implementación de técnicas de ascenso a los árboles y la creación de foros científicos al respecto. Los árboles son los organismos dominantes de los bosques y pueden alcanzar alturas de hasta 120 m (Koch *et al.*, 2004), así que subir a estudiar directamente lo que ocurre en ellos y la diversidad que los habita requiere usar escaleras, aprender técnicas de escalada, la implementación de infraestructura fija (*e. g.* puentes, torres, grúas) o el uso de máquinas de movilidad aérea (*e.g.* globos aerostáticos) (Moffett & Lowman, 1995). En la década de los 70, se publicaron técnicas de ascenso baratas y de capacitación rápida que impulsaron la investigación en esta área, especialmente las basadas en equipo de alpinismo (Nadkarni & Lowman, 1995; Moffett & Lowman, 1995) (Figura 1).

Aunado a la implementación de técnicas de ascenso, grupos de investigadores generaron foros, tanto en forma de simposios como en espacios de publicación. Entre 1970 y 1980 se crearon dos revistas especializadas en biología tropical (*Biotropica* y *Journal of Tropical Ecology*) que dieron cabida a la investigación en el dosel. Mientras que otra revista se creó especialmente para difundir conocimiento sobre el dosel (Selbyana). La gran cantidad de investigación en estas primeras décadas culminó en dos libros especializados: *Vascular plants as epiphytes: evolution and ecophysiology* (Lüttge, 1989) y *Vascular Epiphytes* (Benzing, 1990), que sintetizaron parte del conocimiento de las primeras dos décadas de investigación y que hoy están superadas en varios sentidos. Todos estos foros siguen abiertos, y el cúmulo de investigación generada ha reforzado la importancia del estudio del dosel.

La investigación en el dosel ha tenido un sesgo hacia los bosques de neblina o bosques de montaña. Estos bosques albergan una alta diversidad, tanto por razones climáticas como biogeográficas. En los bosques de montaña la precipitación es constante a lo largo del año, la frecuencia de neblinas es elevada y las noches son frescas. Se distribuyen en parches dentro de las regiones montañosas, lo que ha permitido la partición de su diversidad; además, su ubicación

altitudinal intermedia les permite tener especies propias y también de ambientes altitudinalmente superiores o inferiores. Por ejemplo, en México el bosque de montaña es llamado bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978), cubre el 1% del territorio nacional, la forma de vida más abundante son las epífitas, la familia mejor representada es Orchidaceae, trece familias de plantas son exclusivas de este ecosistema y otras 33 lo prefieren (Rzedowski, 1996).

A diferencia del bosque de montaña, el bosque tropical seco, conocido en México como bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978), no ha recibido tanta atención en estudios del dosel. La investigación acumulada en el bosque tropical caducifolio resalta la importancia de estudiar al dosel de este bosque, en términos de la diversidad de organismos y las posibilidades de experimentación en él.

Diversidad de organismos

El dosel del bosque tropical caducifolio es bajo, menor a 15 m de alto, tiene un periodo sin hojas que puede durar entre cuatro y seis meses, y la composición de especies de árboles cambia en escalas geográficas pequeñas ($<$1km), lo que hace que en conjunto tenga una alta diversidad de árboles (Trejo & Dirzo, 2002). Además, muchas de sus especies no tienen ritidoma (corteza) y son de apariencia lisa o exfoliante (Rzedowski, 1978), lo que puede ocasionar que para algunos grupos de organismos del dosel (como lianas y epífitas) sean difíciles de colonizar (Talley *et al.*, 1996). Esto genera que el dosel sea un mosaico altamente heterogéneo de recursos.

A finales de la década de 1980, la comunidad científica internacional puso atención en la urgente necesidad de conservar el bosque tropical caducifolio (Janzen, 1988). Estaba concentrada en la investigación y conservación de otros ambientes, mientras este ecosistema se encontraba pobremente protegido, y sólo 2% podía considerarse intacto a nivel mundial. Estudios recientes muestran que el bosque tropical caducifolio continúa demandando ser una prioridad de conservación (Miles *et al.*, 2006). Por ejemplo, se considera que el bosque tropical caducifolio de la zona mesoamericana es de los más amenazados mundialmente, porque está altamente fragmentado, aislado y expuesto a una alta presión poblacional, además de estar

pobremente protegido y, por su distribución, podría ser particularmente sensible al cambio climático (Miles *et al.*, 2006).

En cuanto a las plantas epífitas, es decir, aquellas que viven al menos una parte de su vida sobre otra planta sin desarrollar haustorio (Flores-Palacios *et al.*, 2012), el bosque tropical caducifolio contiene una menor riqueza de especies que otros bosques (Gentry & Dodson, 1987). La explicación biogeográfica a esta baja diversidad es que el periodo de sequía que caracteriza a las zonas donde se desarrolla bosque tropical caducifolio no permite que muchas epífitas sobrevivan, especialmente aquellas con requerimientos constantes de humedad (Gentry & Dodson, 1987), como los helechos Hymenophyllaceae o algunos grupos de orquídeas (e.g. *Lepanthes*).

Sí hay una baja riqueza de especies de epífitas en el bosque tropical caducifolio, pero esto es en parte debido a la poca exploración del dosel. En general, cuando se comienzan estudios con técnicas de ascenso, los inventarios se incrementan, pues muchas especies que habían pasado inadvertidas anteriormente son encontradas (Ingram & Lowman, 1995). En el bosque tropical caducifolio de Morelos, el trabajo en ecología que hemos realizado ha incrementado el inventario local de Tepoztlán y el resto del estado. Para la localidad donde se concentra el trabajo en ecología de epífitas, hemos registrado 35 especies creciendo como tales (Anexo 1); entre ellas hay tres especies (*Tillandsia circinnatioides*, *T. cryptantha* y *T. schiedeana*) que no estaban reportadas para la zona. Además, otras tres especies de esta misma localidad (*Echeveria waltheri*, *Catopsis nutans*, *T. X lydiae*) y un género de Bromeliaceae (*Catopsis*) no se conocían para Morelos de acuerdo con los listados más recientes (Meyran García & López Chávez, 2003; Espejo-Serna *et al.*, 2004).

La alta diversidad de árboles genera un mosaico de recursos que si bien las epífitas no han podido explotar, sí lo han hecho los insectos dependientes de madera. Se ha pasado por alto la recolección de muchos grupos de insectos en el bosque tropical caducifolio y la mayor parte de los sistématas han concentrado esfuerzos en bosque lluviosos. Sin embargo, el trabajo de casi diez años en el bosque tropical caducifolio de Morelos ha mostrado una elevada diversidad de insectos asociados al dosel (Reza, 2010; Rendón, 2012; Martínez, 2013; Villalba, 2013).

Figura 1. Uso de equipo de escalada para el estudio del dosel en Tepoztlán, Morelos. En a la Biol. Carla Mariana Gonzáles Téllez, muestreando ratones en un encinar; en b la M. en C. Elizabeth Victoriano Romero ascendiendo una *Conzattia multiflora* para montar un experimento; en c una estudiante de licenciatura durante una práctica de entrenamiento, y en d la Biol. Beatriz Olivia Cortés Anzures, descendiendo un cantil en búsqueda de orquídeas rupícolas.

Los cerambícidos y la mayoría de los bupréstidos son grupos de escarabajos que pasan la mayor parte de su vida en fase larvaria, alimentándose de madera dentro de ramas muertas o moribundas

(xilófagos) (Linsley, 1961). Para estos grupos, la composición y diversidad de árboles del dosel es fundamental para determinar su diversidad. Posiblemente como consecuencia de la heterogeneidad del dosel, al menos el 25% de los cerambícidos de México se presentan en este ambiente (Martínez, 2013); tan sólo en la Sierra de Huautla, Morelos, se han reportado 291 especies de cerambícidos, pero los estimadores de diversidad sugieren que puede haber entre 337 a 341 (Martínez, *op. cit.*).

Posibilidades de experimentación en el dosel del bosque tropical caducifolio

El bosque tropical caducifolio tiene un dosel heterogéneo, rico en especies de árboles y con un comportamiento estacional predecible. A este dosel dos grupos biodiversos han respondido de modo diferente: las epífitas mantienen una baja diversidad y los insectos xilófagos son inusualmente diversos.

Como pocos sistemas, el dosel del bosque tropical caducifolio ofrece la oportunidad de experimentar. Aunque hay una elevada riqueza de árboles, a niveles locales la dominancia de unos pocos genera que estos representen lo que ocurre en el bosque. Además, su tamaño bajo y la carencia de ritidoma los vuelven accesibles y propician que la interacción con otros organismos no esté mediada por suelo suspendido (Coxson & Nadkarni, 1995; Hofstede *et al.*, 2001).

Las epífitas del bosque tropical caducifolio también tienen ventajas para la experimentación; especialmente, la baja riqueza de especies permite experimentar con varias especies a la vez e identificar los primeros estadios de muchas, lo cual es imposible en bosques de montaña.

Basados en las premisas previas, nuestro grupo de trabajo ha generado experimentos para entender cuáles fuerzas modelan la diversidad del bosque tropical caducifolio. Por ejemplo, una hipótesis general para explicar la diversidad de epífitas era que éstas parten el nicho, mostrando preferencias de hospederos y estratos verticales. Sin embargo, esta explicación no es satisfactoria porque la comunidad de epífitas suele estar no-saturada (Flores-Palacios & García-Franco, 2006).

En el bosque tropical caducifolio de Morelos hemos encontrado que la mejor explicación para los sesgos en la distribución de epífitas es la limitación de hospederos, pues árboles con pocas epífitas pueden tener sustancias fitotóxicas que disminuyen la germinación; a lo anterior hay que añadir que existen en el medio epífitas fitotóxicas (Valencia-Díaz *et al.*, 2010, 2012, 2013). Un rasgo importante en este sistema es que no hay suelo suspendido (Coxson & Nadkarni, 1995), de forma que las epífitas se establecen directamente sobre los árboles, haciendo que la interacción árbol-epífita sea directa.

Considerando los árboles con alta actividad de compuestos fitotóxicos, una pregunta que hicimos es ¿qué ocasiona dicha actividad? Una posibilidad es que la herbivoría por xilófagos podría indicar la liberación de estos compuestos. Para los árboles, la leña es el tejido más costoso, pues es tejido perenne, da soporte, sirve para el transporte y almacenaje de agua y recursos, y algunas ocasiones también es fotosintéticamente activa. Aunque los xilófagos ingresan por áreas dañadas o cortan ramas vivas, su presencia puede indicar la liberación de defensas químicas. Recientemente hemos generado evidencia que corrobora que las especies de árboles que tienen pocas epífitas son también las que mayor abundancia de xilófagos tienen; pero inesperadamente, las ramas de árboles con muchas epífitas que concentran a las mismas muestran el mismo comportamiento, sugiriendo que las mismas epífitas podrían propiciar la presencia de xilófagos (Valencia-Díaz *et al.*, 2014). Los datos de nuestra investigación señalan que en la interacción xilófago-árbol-epífita, tanto xilófagos como epífitas interfieren entre sí.

Dado que los árboles del bosque tropical caducifolio tienen cócteles químicos fácilmente liberables (resinas, exudados, hojarasca) y cortezas sin ritidoma, los xilófagos deben responder a la diversidad de estos. Los datos que se tienen muestran que la comunidad de xilófagos del dosel responden directamente a la diversidad de leñosas. Sitios con alta diversidad de leñosas también muestran la misma diversidad de xilófagos.

Ahora nuestro grupo está desarrollando experimentos para entender mejor las relaciones específicas entre xilófagos y árboles, especialmente la especificidad de hospederos y su papel como agentes que señalan la liberación de fitotóxicos o modifican la vida útil de las ramas. Además, se están explorando los mecanismos por los cuales evolucionó el epifitismo, pues en teoría éste puede ser una herencia de

ambientes xéricos (*e.g.* bosque tropical caducifolio y matorral xerófito) a los bosques húmedos y la alta frecuencia de epífitas accidentales en el bosque tropical caducifolio podría ofrecer un sistema para explorar estas hipótesis (Anexo 1).

Agradecimientos

Agradecemos a todos los estudiantes que con sus proyectos de tesis han generado datos y probado hipótesis en esta línea de investigación. Este trabajo se desarrolló con apoyo de la Red de Cuerpos Académicos "Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos", bajo el proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales" (PROMEP 103.5/09/1187).

Bibliografía citada

Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Reino Unido.

Coxson, D. S. & N. M. Nadkarni 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. Pp. 495-543. En: Forest canopies. Lowman M. D. & N. M. Nadkarni (Eds.). Academic Press. EE. UU.

Espejo-Serna A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther & W. Hill. 2004. Checklist of mexican bromeliaceae with notes on species distribution and leaves of endemism. Selbyana, 25:33-86.

Flores-Palacios, A., V. H. Toledo-Hernández, A. M. Corona-López, S. Valencia-Díaz, E. Ruiz-Cancino, J. M. Coronado-Blanco & S. N. Myartseva. 2012. ¿Son las plantas epífitas parásitos de los árboles? Evidencia de mecanismos de daño directo e indirecto. Pp. 26-35. En: Recursos Naturales. Ruiz-Cancino, E & J. M. Coronado-Blanco (Eds.). Universidad Autónoma del Estado de Tamaulipas. México.

Flores-Palacios, A. & J. G. García-Franco. 2006. The relationship between tree size and epiphyte richness: testing four different hypotheses. Journal of Biogeography, 33:323-330.

Gentry, A. H. & C. H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74:205-233.

Hofstede, R. G. M., K. J. M. Dickinson & A. F. Mark. 2001. Distribution, abundance and biomass of epiphyte-lianoid communities in a New Zealand lowland Nothophagus-podocarp temperate rain forest: tropical comparisons. Journal of Biogeography, 28:1033-1049.

Ingram, S. W. & M. D. Lowman. 1995. The collection and preservation of plant

material from the tropical forest canopy. Pp. 587-603. En: Forest canopies. Lowman, M. D. & N. M. Nadkarni (Eds.). Academic Press. EE. UU.

Janzen, D. 1988. Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En: Biodiversity. Wilson, E. O. (Ed.). National Academic of Sciences/Smithsonian Institution. EE. UU.

Koch, G.W., S. C. Sillett, G. M. Jennings & S. D. Davis. 2004. The limits to tree height. Nature, 428:851-854.

Linsley, E. G. 1961. The Cerambycidae of North America. Part 1. Introduction. University of California Publications in Entomology, EE. UU., 18:1-97.

Lüttge, U. 1989. Vascular plants as epiphytes: evolution and ecophysiology. Springer. Alemania.

Martínez, J. G. 2013. Diversidad de la familia Cerambycidae (Coleoptera) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, UAEM, México.

Meyran García, J. & L. López Chávez. 2003. Las Crassulaceae de México. Sociedad Mexicana de Cactología A. C. México.

Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos & J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forest. Journal of Biogeogaphy, 33:491-505.

Moffett, M. W. & M. D. Lowman. 1995. Canopy access techniques. Pp. 3-26. En: Forest canopies. Lowman, M. D. & N. M. Nadkarni (Eds.). Academic Press. EE. UU.

Nadkarni, N. M. & M. D. Lowman. 2004. Canopy science: a summary of its role in research and education. Pp. 609-613. En: Forest canopies. Lowman, M. D. & N. M. Nadkarni (Eds.). Academic Press. EE. UU.

Nadkarni, N. M., G. G. Parker, H. B. Rinker & D. M. Janzen. 2004. The nature of forest canopies. Pp. 3-23. En: Forest canopies. Lowman, M. D. & H. B. Rinker (Eds.). Elsevier. EE. UU.

Rendón, A. V. 2012. Caracterización de la estructura de la comunidad de cerambícidos (Coleoptera: Cerambycidae) en Huaxtla, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Reza-Pérez, E. V. 2010. Buprestidae (Insecta: Coleoptera) de la localidad “El Limón de Cuauchichinola” Tepalcingo, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora de vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Botánica Mexicana, 35:25-40.

Talley, S. M., W. N. Setzer & B. R. Jackes. 1996. Host associations of two adventitious-root-climbing vines in a north Queensland tropical rain forest. Biotropica, 28:356-366.

Trejo, I. & R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. Biodiversity and Conservation, 11:2063-2048.

Valencia-Díaz, S., A. Flores-Palacios, V. Rodríguez-López & A. R. Jiménez-Aparicio. 2012. Effects of *Tillandsia recurvata* extracts on the seed germination of *Tillandsia* spp. Allelopathy Journal, 29:125-136.

Valencia-Díaz, S., A. Flores-Palacios, V. Rodríguez-López & A. R. Jiménez-Aparicio.

2013. Bark chemical content of the host *Ipomoea murucoides* and its inhibitory effect on seed germination in the epiphyte *Tillandsia recurvata*. Allelopathy Journal, 32:91-100.

Valencia-Díaz, S., A. Flores-Palacios, V. Rodríguez-López, E. Ventura-Zapata & A. R. Jiménez-Aparicio. 2010. Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata*, an epiphytic bromeliad. Journal of Tropical Ecology, 26:571-581.

Valencia-Díaz, S., A. M. Corona-López, V. H. Toledo-Hernández & A. Flores-Palacios. 2014. Is branch damage by xylophages related to the presence of epiphytes? Arthropod-Plant Interactions, 8:25-32.

Vergara-Torres, C. A. 2008. Riqueza de especies, abundancia y preferencias de hospedero de las plantas epífitas del bosque tropical caducifolio de Tepoztlán, Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Vergara-Torres, C. A., M. C. Pacheco-Álvarez & A. Flores-Palacios. 2010. Host preference and host limitation of vascular epiphytes in a tropical dry forest of Central Mexico. Journal of Tropical Ecology, 26:563-570.

Villalba-Hernández, N. 2013. Diversidad de Buprestidae (Insecta: Coleoptera) en la Selva Baja Caducifolia de Huaxtla, Tlaquiltenango, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

APÉNDICE 1.

Lista de especies de epífitas encontradas en diferentes trabajos (Vergara-Torres 2008, Cortés-Anzures, en preparación) o por observaciones personales en el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos. A = Epífita accidental, individuos de una especie de planta que habitan usualmente en el suelo, pero ocasionalmente son encontrados como epífitas y no se desarrollan hasta adultos en el dosel; F = Epífita facultativa, especies que son igualmente frecuentes en el suelo del bosque o en el dosel y pueden alcanzar su talla adulta en cualquiera de estos ambientes; H = holepífita, especie de planta que sólo habita como epífita, ocasionalmente como rupícola.

ESPECIE	TIPO DE EPÍFITA
Helechos y licopodiofitas	
Aspleniaceae	
Asplenium sp.	F
Polypodiaceae	
Polypodium polypodiiodes (L.) Watt.	H
Pteridaceae	
Cheilanthes kaulfussi Kunze	A
Notholaena candida (M. Martens y Galeotti) Hook	A
Notholaena grayi Davenp.	A
Sellaginellaceae	
Selaginella lepidophylla (Hook. y Grev.) Spring	A
Selaginella pallescens (C. Presl) Spring	A
Espermatofitas	
Agavaceae	
Agave angustifolia Haw.	A
Apocynaceae	
Plumeria rubra L.	A
Asteraceae	
Senecio praecox (Cav.) DC	

A

Bromeliaceae

Catopsis nutans (Sw.) Griseb.

H

Tillandsia achyrostachys E. Morren ex Baker

H

T. caput-medusae E. Morren

H

T. circinnatioides Matuda

H

T. cryptantha Baker

H

T. hubertiana Matuda

H

T. ionantha Planch.

H

T. makoyana Baker

H

T. recurvata (L.) L.

H

T. schiedeana Steudel

H

T. X lydiae Ehlers

H

Viridantha atroviridipetala (Matuda) Espejo

H

Burseraceae

Bursera fagaroides (Kunth) Engl.

A

Cactaceae

Opuntia sp.

A

Crassulaceae

Echeveria waltheri Moran et Meyran

F

Sedum jaliscanum S. Watson

F

S. hemsleyanum Rose

F

Thompsonella minutiflora (Rose) Britton ex Rose

F

Orchidaceae

Barkeria obovata (C. Presl.) Christenson

H

Cohniella brachyphylla (Lindl.) Cetzal & Carnevalli

H

Cyrtopodium macrobulbon (Lex.) G. Romero & Carnevali

F

Deiregyne tenuiflora (Greenm.) Burns-Bal.

A

Encyclia spatella (Rchb. f.) Schltr.

H

Guarianthe auriantaca (Bateman ex Lindl.) Dressler & W.E. Higgins

Oncidium microstigma Rchb. f.

Prosthechea linkiana (Klotzsch) W. E. Higgins

¿SON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CORTEZA LAS QUE DETERMINAN LA PREFERENCIA DE HOSPEDERO DE LAS EPÍFITAS?

DO BARK TRAITS DETERMINE HOST PREFERENCES BY EPIPHYTES?

Carmen Agglael Vergara-Torres[1,a] & Alejandro Flores-Palacios[1].

[1]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [a]cagve_@hotmail.com

ABSTRACT

In contrast with the high diversity of epiphytes found in rain and cloud forests, tropical dry forests have low species richness and low abundance epiphytes. The previous pattern is probably caused because tropical dry forest is composed of trees difficult to colonize by epiphytes. Some authors have found evidence that porous and thick bark provide a better substrate for epiphytes. Other authors have found that phorophytes with peeling bark have a low richness or abundance of epiphytes, suggesting that peeling bark increases epiphytes mortality. In the tropical dry forest of San Andrés de la Cal, Morelos, we have determined whether species of epiphytic plants showed phorophyte preference and whether the characteristics of the phorophytes bark could explain it. We found that the distribution of species of epiphytes between phorophytes was not random; however, this distribution could not be explained accordingly to the characteristics of the phorophytes bark (peeling behavior, texture and thickness). Subsequent work indicates that the main feature that explains the preference of epiphytes by the hosts could be chemical content of the bark, the dynamics of branch colonization by seeds and the lifespan of the branches. Currently we are exploring whether interacting canopy fauna, like ants, could limit or facilitate the establishment of epiphytes.

Como resultado de la adaptación a las diversas condiciones ambientales, las plantas han desarrollado diferentes formas de vida. Las epífitas son un grupo de plantas que se ha adaptado a vivir sobre otras plantas (hospederos) sin estar en contacto con el suelo del bosque o con el tejido vascular de éste (Benzing, 1990), y representan alrededor del 9% de la diversidad vegetal en el mundo (Zotz, 2013). En México no hay datos actualizados, pero se estima que existen alrededor de 1,377 especies de epífitas, en 28 familias y 217 géneros, distribuidas principalmente en los bosques tropicales del país (Aguirre-León, 1992). Entre las familias con más representantes epífitos están Orchidaceae, Araceae, Piperaceae y Bromeliaceae (Benzing, 1990; Zotz, 2013), siendo el género *Tillandsia* el más diverso de la familia Bromeliaceae, con más de 700 especies (Luther, 2006). En México, la familia Bromeliaceae tiene 18 géneros y 342 especies. El género con el mayor número de especies es *Tillandsia* (192 especies) (Espejo-Serna *et al.*, 2004).

Debido a su forma de vida, las epífitas son un grupo poco accesible y poco estudiado comparado con las plantas terrestres. La investigación sobre las epífitas se ha concentrado en la sistemática y la florística, sabiéndose poco sobre la interacción epífita-hospedero (*e. g.* Callaway *et al.*, 2002). Las plantas epífitas son importantes en los bosques tropicales, ya que sirven como fuente de alimento y hábitat para animales, tales como artrópodos, anfibios, reptiles (Richardson, 1999), mamíferos (Brown, 1990) y aves (Nadkarni & Matelson, 1989). Además, en algunos bosques tropicales y templados se acumula gran biomasa de epífitas y esta biomasa puede ser rica en nutrimentos que se integran posteriormente al bosque (Gentry & Dodson, 1987b; Benzing, 1990; Nadkarni, 1994; Isaza *et al.*, 2004).

A diferencia de la diversidad de epífitas en bosques lluviosos y de neblina, los bosques tropicales secos son consistentemente sitios con baja riqueza de especies de epífitas y baja abundancia de las mismas (Zimmerman & Olmsted, 1992; García-Franco, 1996; Werneck & Espírito-Santo, 2002; Vergara-Torres *et al.*, 2010). La baja riqueza de epífitas tiene una explicación biogeográfica (Gentry & Dodson, 1987b), pero no la baja abundancia. Es de esperarse por lo tanto que las pocas especies que los habitan debieran de poder invadir a todos los árboles.

En el matorral xerófito de los valles centrales de San Luís Potosí,

México, todos los arbustos de *Prosopis laevigata* [Humb. et Bonpl. ex Willd M. C. Johnston (Fabaceae)] mayores a 2 m de alto hospedan a la epífita *Tillandsia recurvata* (L.) L. (Bromeliaceae). Esta epífita es la única bromelia de la zona y puede alcanzar más de una tonelada por hectárea de abundancia (Flores-Palacios *et al.*, 2014); pero en otros bosques secos la abundancia de epífitas es más bien baja (*e. g.* Brown 1990; Vergara-Torres *et al.*, 2010). Nosotros hemos estudiado la distribución de las epífitas entre las especies de árboles y las características de éstos, que podrían explicar los patrones de distribución.

Características de los árboles que influyen en la distribución de las epífitas

Según Benzing (1990) diferentes características de los árboles pueden determinar la presencia y abundancia de las epífitas, asociándose tres características de la corteza a la presencia de epífitas: la textura, el grosor y el comportamiento de exfoliación (Johansson, 1974; Benzing, 1990). Varios trabajos han estudiado esto.

Malizia (2003) analizó la composición de la comunidad de epífitas vasculares y plantas trepadoras en un bosque de neblina subtropical de montaña en Argentina. Muchos de los árboles tenían corteza rugosa y ramas horizontales largas, que podían ser substratos favorables para el establecimiento de propágulos y su crecimiento. Encontró que al menos ocho especies de epífitas podían estar asociadas con árboles que generaban microambientes secos y obscuros (árboles de troncos cortos y perennifolios). La composición de la comunidad de epífitas y trepadoras difirió entre especies de árboles hospederos y pudo ser explicada parcialmente por características medibles de los hospederos, entre ellas el diámetro de la copa, altura del árbol y del tronco y el tipo de corteza.

La anatomía de la corteza, según Gullison & Nissan (1999), afecta la porosidad y la retención de detritos, humus, agua y nutrientes. En términos de la textura de la corteza, Ter Steege & Cornelissen (1989) y Benzing (1990) sugieren que aquellos árboles que tienen cortezas con fisuras grandes, marcadas y profundas posibilitan la germinación, establecimiento y desarrollo de las semillas de

epífitas, mientras que en cortezas lisas estas semillas podrían caerse con facilidad. Otro parámetro de la anatomía de la corteza que se usa es el grosor y la porosidad, en este sentido se ha encontrado que cortezas porosas y gruesas proporcionan un sustrato de fijación, retención de agua y detritos que ayuda a las epífitas a sobrevivir (*e. g.* Benzing, 1990; Castro Hernández *et al.*, 1999; Mehltreter *et al.*, 2005). Entonces se espera que árboles de corteza gruesa, fisurada o rugosa tengan más epífitas que los árboles con corteza delgada y lisa.

Callaway y colaboradores (2002) estudiaron en un bosque templado de la Reserva Nacional Estuarina de la Isla Sapelo, al sureste de Estados Unidos las interacciones específicas entre dos especies de epífitas vasculares *Tillandsia usneoides* (L.) L. (Bromeliaceae) y *Polypodium polypodioides* (L.) Watt (Polypodiaceae) y ocho especies de árboles hospederos. Examinaron los efectos de los hospederos en la permanencia de epífitas y relacionaron estas características con las preferencias de hospederos. El experimento demostró que el crecimiento de epífitas fue significativamente más alto sobre especies de hospederos que tenían cargas grandes de epífitas que sobre especies de hospederos con pocas o ninguna epífita. Éstas estuvieron relacionadas con la capacidad de retención de agua de la corteza del hospedero.

Brown (1990) estudio el epifitismo de la selva montana del Parque Nacional El Rey y analizó la distribución de las epífitas sobre los hospederos. Encontró que había una clara preferencia de las epífitas por *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (Fabaceae), *Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart (Fabaceae), *Myroxylon peruiferum* L. f. (Fabaceae) y *Terminalia triflora* (Griseb.) Lillo (Combretaceae). Esta preferencia dependió del grosor de las ramas que las soportaban (0.22-1.07) y también de la rugosidad y porosidad de la corteza. Mientras que otras especies arbóreas de corteza caediza fueron poco importantes para las epífitas.

También se ha documentado que el comportamiento exfoliante de la corteza es uno de los factores que disminuyen la riqueza y abundancia de especies epífitas sobre los árboles (Johansson, 1974; Hietz & Hietz-Seifert, 1995; Carlsen, 2000; López-Villalobos *et al.*, 2008) por lo que es de esperarse que árboles que exfolian tengan menor riqueza de especies epífitas.

López-Villalobos y colaboradores (2008) sugieren que la baja abundancia de epífitas en el bosque tropical caducifolio (BTC) puede

deberse a que están compuestos con árboles difíciles de colonizar. Ellos estudiaron la tasa de descortezamiento de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. (Burseraceae) en el BTC de la estación de La Mancha, México (CICOLMA), y analizaron la distribución y mortalidad de plántulas en dos especies de *Tillandsia* en relación a la tasa de descortezamiento de *Bursera fagaroides*. Encontraron que la tasa de descortezamiento de *B. fagaroides* depende del tamaño de las ramas, siguiendo un gradiente descendente desde el tronco hasta las ramillas. La mortalidad de plántulas fue causada principalmente por el descortezamiento, pero a su vez encontraron que incluso árboles con características desfavorables (corteza exfoliante) pueden tener poblaciones abundantes de algunas epífitas.

Patrones de distribución de las epífitas en un bosque tropical caducifolio de Morelos

En el 2007 estudiamos la riqueza de especies de epífitas del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos. Se revisaron 418 plantas leñosas que se distribuyeron en 42 especies, donde las especies de plantas epífitas mostraron preferencias por algunas especies de hospederos, y estas preferencias fueron suficientemente constantes para poder determinar hospederos buenos (preferidos) y hospederos malos (limitantes) (Vergara-Torres *et al.*, 2010).

Encontramos especies de hospederos con corteza fisurada exfoliante y no exfoliante (Figura 1); especies con corteza lisa exfoliante (Figura 2) y no exfoliante (Figura 3) y otras especies de hospederos tuvieron corteza rugosa no exfoliante (Figura 4 y Figura 5). Sin embargo, encontramos también que las preferencias por los hospederos no estuvieron determinadas por el tipo de corteza y el grosor de la misma, características que generalmente se han ligado al establecimiento de epífitas (Vergara-Torres *et al.*, 2010). En cambio, los resultados de este trabajo señalaron que un hospedero puede ser bueno o malo independientemente del tipo de corteza. Esto sugiere que cada especie de hospedero tiene una combinación de características únicas y no es posible tener reglas generales que determinen las preferencias por las epífitas.

Aunque la corteza rugosa no exfoliante es sugerida como

favorable, en este trabajo hubo tres hospederos malos (*Ipomoea murucoides, I. pauciflora* y *Lysiloma acapulcense*) con este tipo de corteza, en los cuales un trabajo posterior comprobó que en la corteza de estos hospederos existen sustancias alelopáticas que inhiben la germinación de las semillas de algunas plantas epífitas (Valencia-Díaz *et al.*, 2010), limitando su establecimiento.

Conclusiones

Para esta zona de estudio, aunque posiblemente también para otros bosques tropicales caducifolios, es posible que la distribución sesgada de las epífitas entre los hospederos se deba a que están compuestos de hospederos limitantes para las plantas epífitas, y el mecanismo de limitación podría ser a través de mecanismos químicos, ya que una investigación posterior a este trabajo ha demostrado este patrón; además, hay otros mecanismos muy poco estudiados que pueden propiciar que algunos hospederos sean limitantes, como la vida útil de las ramas y la baja captura de semillas, por lo que este trabajo señala la importancia de estudiar otras características en los árboles para entender cuáles de ellas son las que pudieran determinar la preferencia o limitación de hospederos para las epífitas.

Agradecimientos

Agradecemos a Roberto Jiménez y Jesús Pérez quienes han ayudado en el trabajo de campo. Este trabajo se desarrolló con apoyo de la Red de Cuerpos Académicos “Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos”, bajo el proyecto “Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales” (PROMEP 103.5/09/1187).

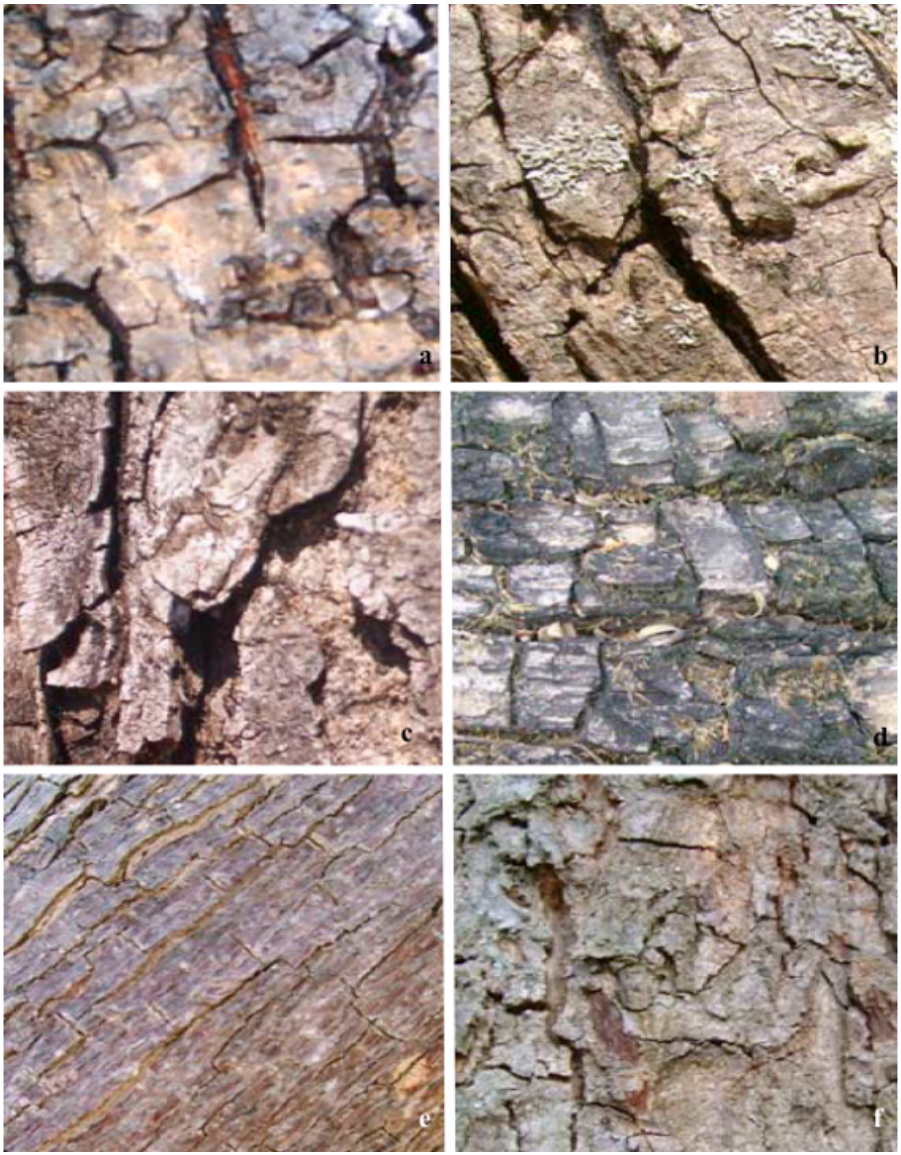


Figura 1. Cortezas fisuradas. Las especies *Cedrela* sp. (a), *Dalbergia congestiflora* (b) y *Lysiloma acapulcense* (c) con corteza fisurada y exfoliante. Las especies *Eysenhardita polystachya* (d), *Gliricidia sepium* (e) y *Pithecelobium dulce* (f) con corteza fisurada y no exfoliante. Fotografías tomadas de árboles del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán.

Figura 2. Cortezas lisas y exfoliantes de las especies *Bunchosia canescens* (a), *Bursera aptera* (b), *B. fagaroides* (c y d), *B. grandifolia* (e), *Euphorbia schlechtendalii* (f), *Psidium guajava* (g) y *Trichilia hirta* (h). Fotografías tomadas de árboles del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán.

Figura 3. Cortezas lisas y no exfoliantes de las especies *Annona squamosa* (a), *Ceiba aesculifolia* (b), *Conzattia multiflora* (c), *Ipomoea pauciflora* (d), *Lysiloma divaricata* (e), Desconocida 90 (f), Desconocida 95 (g), Desconocida 97 (h), *Plumeria rubra* (i), *Sapium macrocarpum* (j, k) y *Pseudobombax ellipticum* (l). Fotografías tomadas de árboles del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán.

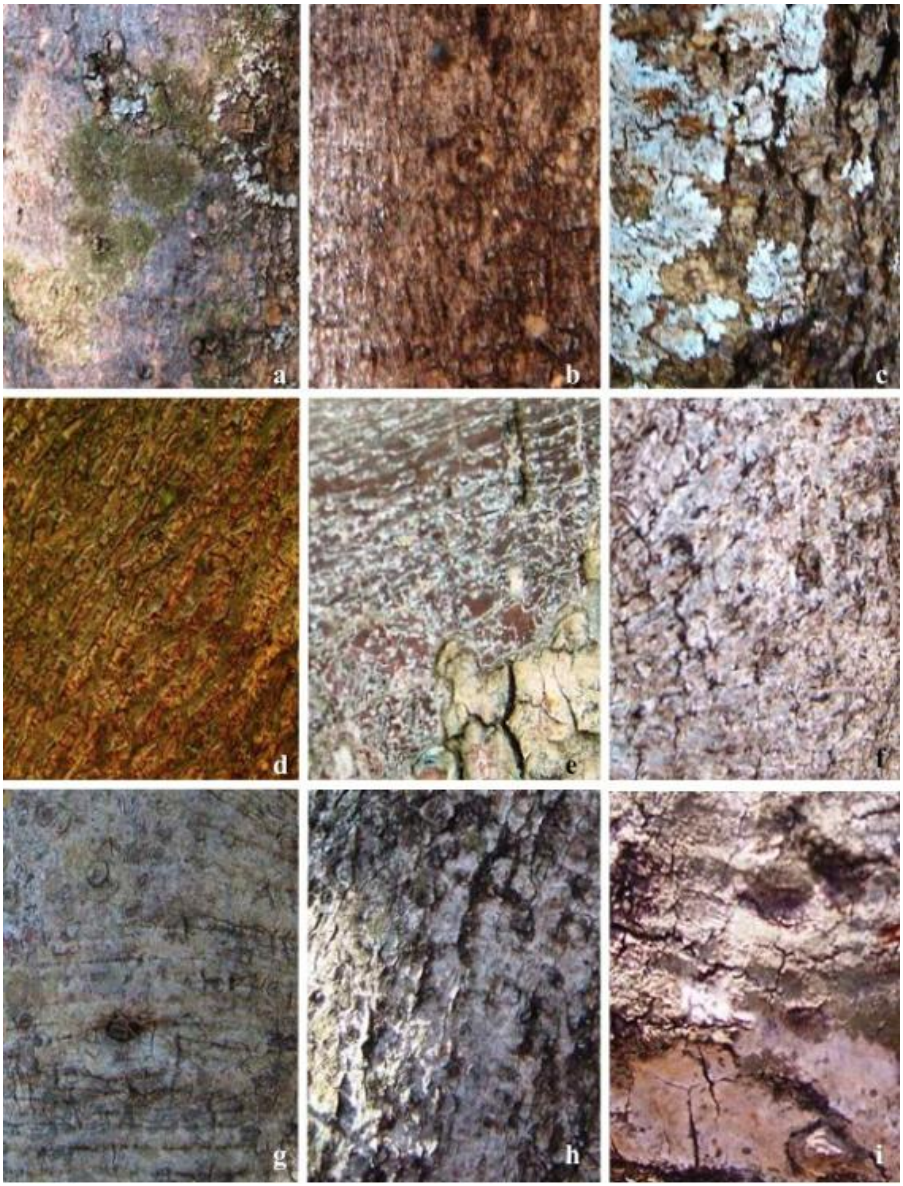


Figura 4. Cortezas rugosas no exfoliantes de las especies *Bursera linanoe* (a), *Ipomoea murucoides* (b), *Acacia pennatula* (c), *Annona cherimola* (d), *B. bicolor* (e), *B. bipinnata* (f), *B. copallifera* (g), *B. glabrifolia* (h) y *Ceiba parvifolia* (i). Fotografías tomadas de árboles del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán.

Figura 5. Cortezas rugosas no exfoliantes de las especies *Gyrocarpus jatrophifolius* (a), *Heliocarpus* sp. (b), Fabaceae (c), *Leucaena macrophylla* (d), *Lysiloma* sp. (e), Desconocida 94 (f), Sapindaceae (g), *Stemmadenia* sp. (h) y *Thevetia thevetioides* (i). Fotografías tomadas de árboles del BTC de San Andrés de la Cal, Tepoztlán.

BIBLIOGRAFÍA CITADA Aguirre-León, E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a

preliminary inventory. Selbyana, 13:72-76.

Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Brown, A. D. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: Composición florística y patrón de distribución. Revista de Biología Tropical, 38:155-166.

Callaway, R. M., O. Reinhart, G. W. Moore, D. J. Moore & S. C. Pennings. 2002. Epiphyte host preference and host traits: mechanisms for species-specific interactions. Oecologia, 132:221-230.

Carlsen, M. 2000. Structure and diversity of the vascular epiphyte community in the overstory of a tropical rain forest in Surumoni, Amazonas State, Venezuela. Selbyana, 21:7-10.

Castro-Hernández, J. C., J. H. D. Wolf, J. G. García-Franco & M. González-Espinosa. 1999. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. Revista de Biología Tropical, 47:763-773.

Espejo-Serna A., A. R. López-Ferrari, I. Ramirez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther & W. Hill. 2004. Checklist of Mexican bromeliaceae with notes on species distribution and leaves of endemism. Selbyana, 25:33-86.

Flores-Palacios, A., C. L. Barbosa-Duchateau, S. Valencia-Díaz, A. Capistrán-Barradas & J. G. García-Franco. 2014. Direct and indirect effects of *Tillandsia recurvata* on *Prosopis laevigata* in the Chihuahua desert scrubland of San Luis Potosí, Mexico. Journal of Arid Environments, 104:88-95.

García-Franco, J. G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. Acta Botánica Mexicana, 37:1-9.

Gentry, A. H. & C. H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74:205-233.

Gullison R. & S. Nissan. 1999. Evaluación de la factibilidad del modelado de los impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión Taruma. Documento técnico. USAID, Gobierno de Bolivia y Chemonics Internacional. Santacruz, Bolivia.

Hietz, P. & U. Hietz-Seifert. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in Central Veracruz, Mexico. Journal of Vegetation Science, 6:719-728.

Isaza, C., J. Betancur & J. V. Estévez-Varón. 2004. Vertical distribution on bromeliads in a montane forest in the Eastern Cordillera of the Colombian Andes. Selbyana, 25:126-137.

Johansson, D. R. 1974. Ecology of the vascular epiphytes of West African rainforest. Acta Phytogeogrica Sueccica, 59:1-129.

López-Villalobos, A., A. Flores-Palacios & R. Ortiz-Pulido. 2008. The relationship between bark peeling rate and the distribution and mortality of two epiphyte species. Plant Ecology, 198:265-274.

Luther, H. E. 2006. An alphabetical list of Bromeliad Binomials. Edicion No. 10. Bromeliad Society International, Sarasota.

Malizia, A. 2003. Host tree preference of vascular epiphytes and climbers in a subtropical montane cloud forest of northwest Argentina. Selbyana, 24:196-205.

Mehltreter, K., A. Flores-Palacios & J. G. García-Franco. 2005. Host preference of

low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, México. Journal of Tropical Ecology, 21:651-660.

Nadkarni, N. M. 1994. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. American Zoologist, 34:70-78.

Nadkarni, N. M. & T. J. Matelson. 1989. Bird use of epiphyte resources in Neotropical trees. Condor, 91:891-907.

Richardson, B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. Biotropica, 31:321-336.

ter Steege, H. & J. H. C. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in Lowland rain forest of Guyana. Biotropica, 21:331-339.

Valencia-Díaz, S., A. Flores-Palacios, V. Rodríguez-López, E. Ventura-Zapata & A. R. Jiménez-Aparicio. 2010. Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata*, an epiphytic bromeliad. Journal of Tropical Ecology, 26:571-581.

Vergara-Torres, C. A., M. C. Pacheco-Álvarez & A. Flores-Palacios. 2010. Host preference and host limitation of vascular epiphytes in a tropical dry forest of Central Mexico. Journal of Tropical Ecology, 26:563-570.

Werneck, M. S. & M. M. Espírito-Santo. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. Biotropica, 34:51-57.

Zimmerman, J. K. & I. C. Olmsted. 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. Biotropica, 24:402-407.

Zotz, G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes - a critical update. Botanical Journal of the Linnean Society, 171(3):453-481.

PATRONES DE DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN EPÍFITAS DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

SEED DISPERSAL PATTERNS IN EPIPHYTES OF THE TROPICAL DRY FOREST

Elizabeth Victoriano-Romero[1], Víctor Hugo Toledo-Hernández[1] & Alejandro Flores-Palacios[1].

[1]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

ABSTRACT

Seed dispersal is an important stage of the life cycle of plants because it provides benefits in the individual and population levels. Most epiphytic plants have anemochorous seeds or fruits, which has been interpreted as a strategy to colonize the canopy. However, experimental studies of seed dispersal of epiphytes are limited and could contribute to explain the biased distributions between vertical stratum and phorophyte species. The results of the bibliographic docments review and of our own experiments about seed dispersion of epiphytes in the tropical dry forest of Tepoztlán, Morelos, suggest that the biased distribution of species of epiphytic plants (*Tillandsia*) is due in part to three factors that limit dispersal: rainfall occurring in drought, differential adherence between branches from different hosts species and flight behavior of the seeds (which do not drop from the fruit, but instantaneously fly with the wind), which causes the trunk to have fewer seeds than the upper layers.

Introducción

La dispersión es el movimiento unidireccional de un individuo lejos de su sitio de nacimiento (Nathan, 2006). Para las plantas, la dispersión de semillas es una de las fases demográficas más importantes (García-

Franco & Rico-Gray, 1988; Nathan, 2006). Dado que la continua supervivencia depende del escape de hábitats no favorables o donde la población se ha saturado hacia nuevos sitios, una vía de flujo génico es la migración de semillas (Harper, 1977; Nathan, 2006). Sin embargo, la densidad de la población de plantas no sólo depende de la disponibilidad de semillas, sino también de la disponibilidad de sitios seguros; esto es, micrositios adecuados para el establecimiento de los nuevos descendientes (Harper, 1977; Howe & Smallwood, 1982).

La predominancia de un tipo de dispersión entre las plantas depende del gremio estudiado y del ambiente. Por ejemplo, las plantas con semillas o frutos dispersados por viento son relativamente comunes en hábitats con precipitación baja y estacional (climas secos) (Howe & Smallwood, 1982) al ser favorecidas por los movimientos del aire, la falta de hojas en el dosel y la combinación de alta temperatura y baja humedad, que favorecen la dehiscencia de los frutos.

El 84% de las especies de plantas epífitas son anemócoras (dispersión de semillas o frutos por medio del viento), lo que ha sido interpretado como una estrategia adecuada para colonizar la copa de los árboles (Madison, 1977; Benzing, 1990). Entre las bromelias, las especies de la subfamilia *Tillandsioideae* tienen semillas anemócoras disponiendo de apéndices comosos (Figura 1), que ayudan a su flotabilidad, favorecen la adhesión a la corteza de los árboles, fijan la semilla hasta que germina, y entonces son reemplazados por raíces, además asisten a la germinación absorbiendo y reteniendo agua (hidrofílicos) (Benzing, 2000; Palací *et al.*, 2004; Wester & Zotz, 2011).

Figura 1. Semillas anemócoras de las epífitas de Tepoztlán. a) *Tillandsia recurvata* dispersando semillas. b) cápsula o fruto dehiscente dispersando semillas de *Tillandsia recurvata*. c) Semilla de *Tillandsia hubertiana* adherida a la corteza de un árbol.

DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN *TILLANDSIA* Las plantas epífitas en los bosques tropicales tienen un papel importante en los procesos ecológicos, pues proporcionan alimento y hábitat para una gran variedad de fauna. Debido a esto, han sido objeto de estudio durante décadas. No obstante, la dispersión de semillas ha sido escasamente estudiada. No hay estudios que expliquen experimentalmente cómo es la dispersión de semillas de epífitas y qué factores la puedan limitar. Siendo así, estas preguntas no se responden con los únicos tres trabajos (García-Franco & Rico-Gray, 1988; Mondragón & Calvo-Irabien, 2006; Cascante-Marin *et al.,* 2009) que existen sobre dispersión de semillas para tres especies de *Tillandsia.*

En el bosque mesófilo de montaña del Parque Ecológico "Francisco Javier Clavijero", en Xalapa, Veracruz, México, García-Franco y Rico-Gray (1988) evaluaron los patrones de arribo de semillas de *Tillandsia deppeana* Steudel (Bromeliaceae) (Figura 2) en su hospedero preferido (*Liquidambar styraciflua* L.), así como la

probabilidad de que sus semillas lleguen a otros hospederos. Resultando que del total de semillas el 55% fueron dispersadas, el mayor porcentaje de las semillas capturadas provenía de hasta 10.6 m sobre el suelo. El 62% de las semillas capturadas viajaron en un rango de 8.8 a 15 m de distancia desde la fuente de semillas, y el 38% viajó entre 24.5 y 28 m. Se concluye que la disponibilidad de micrositios seguros sólo existe para 2 a 4 plantas de *T. deppeana* por hospedero, cuando se esperaba una mayor abundancia, y que la distancia de estos sitios estaría entre los 4 y 11 m, mientras que la distancia entre hospederos preferidos fue en promedio de 14.23 m.

Figura 2. Epífita tanque *Tillandsia deppeana* (a la derecha) y un híbrido de ésta con *Tillandsia imperiales*.

En el bosque tropical caducifolio del parque nacional Dzibilchaltun, Yucatán, México, se evalúo durante tres años la dispersión de semillas de la bromelia epífita *Tillandsia brachycaulos* Schldtl. (Figura 3) (Mondragón & Calvo-Irabien, 2006). Resultando que el 41% de las semillas liberadas experimentalmente no fueron dispersadas, y sólo cerca del 0.5% de las semillas dispersadas fueron capturadas en las trampas de semillas. El número de semillas

capturadas disminuyó a medida que se incrementó la distancia, la mayoría de las semillas se capturaron en los primeros 1.5 m desde la fuente, lo que sugiere límites al reclutamiento de nuevos individuos en la población. Las semillas dispersadas a distancias más largas (15 m) provenían de las fuentes ubicadas a mayor altura. Los autores concluyeron que el establecimiento de nuevos individuos es, al parecer, un cuello de botella importante en el crecimiento poblacional de *T. brachycaulos*, y que la dispersión es un proceso determinante en dicho establecimiento.

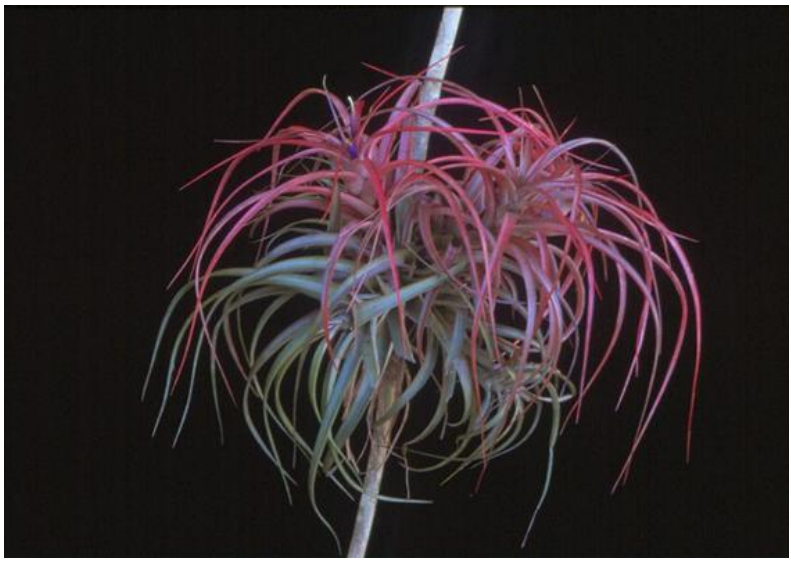


Figura 3. *Tillandsia brachycaulos* Cascante-Marin y colaboradores (2009) evaluaron si la fragmentación del bosque húmedo montano tropical puede afectar los patrones de dispersión de semillas y la composición de las comunidades de plantas epífitas. Los autores encontraron que la disponibilidad de fuentes de semillas difiere entre los hábitats estudiados. La captura de semillas en los ambientes se relacionó con la abundancia de las plantas con frutos. Los árboles en el borde del bosque mostraron 1.9 veces mayor probabilidad de capturar semillas que los otros ambientes; además, documentaron la llegada de semillas de una especie que no estaba dentro del área de estudio, lo que sugirió que había dispersión a gran distancia. Concluyeron que el establecimiento de bromelias epífitas en el interior del bosque conservado está limitado por la dispersión de semillas.

Otros mecanismos que influyen sobre la dispersión de semillas

Investigaciones en la década pasada (Winkler *et al.*, 2005; Mondragón & Calvo-Irabien, 2006) sugieren que un factor que limita la dispersión de semillas son las lluvias tempranas, que anastomosa los apéndices comosos generando conglomerados de semillas de epífitas cerca de la planta madre o incluso sobre la misma inflorescencia (Figura 4), impidiendo así que las semillas no sean trasportadas por el viento, provocando una retención o secuestro de semillas por el hospedero de la planta madre, lo que contraviene las ventajas para la dispersión que debieran tener las epífitas al habitar sobre los árboles (Benzing, 1990). Así que es de esperarse que la apertura de frutos de *Tillandsia* se concentre hacia el final de la época de sequía, pero no existen datos que muestren si este patrón ocurre.

Resumiendo la revisión de documentos bibliográficos, se desprende que hay pocos trabajos sobre la dispersión de semillas en bromelias epífitas, y los que se han hecho sugieren que la mayor parte de las semillas se dispersan a menos de 20 m, que pueden llegar a árboles vecinos y que la dispersión a larga distancia ocurre. Además, se sugiere que la mayor parte de las semillas que llega a un árbol proviene de las bromelias que estaban fructificando en el mismo árbol. Esta escasa investigación resalta la importancia de hacer experimentos que determinen los posibles mecanismos que limitan la dispersión y que a su vez puedan influir en la distribución sesgada de epífitas en el dosel de los árboles.

La dispersión en la distribución sesgada de epífitas

La investigación reciente en el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos, ha encontrado sesgos en la distribución de epífitas hacia hospederos y estratos (Vergara-Torres *et al.,* 2010; Ruiz-Córdova, 2010), los cuales no pueden ser interpretados por la preferencia de hospedero y de estrato vertical como consecuencia de la partición de nicho de una comunidad diversa de epífitas (Gentry & Dodson, 1987; Benzing, 1990), debido a que en este bosque se presenta baja riqueza de especies de epífitas.

Es posible que estos patrones de distribución sesgada a ciertos árboles hospederos sean ocasionados por limitación en la dispersión. Conocer los factores que afectan la distribución de las especies en escala ecológica (*e. g.* dispersión de semillas, disponibilidad de sitios seguros) es indispensable para ayudar a su conservación en ambientes fragmentados y modificados por el hombre.

La idea principal del concepto "limitación en la dispersión" es que la distribución de especies está determinada por la disponibilidad de semillas a nivel del paisaje; esto es, el proceso por el cual las semillas no alcanzan a ser dispersadas en cantidad suficiente a pesar de que se producen suficientes semillas, y entonces no llegan a todos los puntos donde el establecimiento podría ser exitoso (Münzbergová & Herben, 2005; Clark *et al*., 2007).

Nosotros probamos experimentalmente dos mecanismos que podrían ocasionar el secuestro de las semillas: lluvias tempranas que podrían anastomosar semillas y la adherencia de las semillas a las ramas de dos diferentes hospederos. Además, se documentó por vez primera la fenología de apertura de cápsulas (*Tillandsia achyrostachys, T. caput-medusae, T. recurvata* y *T. schiedeana*) y las distancias a las que las semillas viajaron desde sus hospederos.

Encontramos que la fenología de la dispersión de semillas de las especies de *Tillandsia* se concentra durante la temporada seca como respuesta a que las lluvias son un factor que limita la dispersión al anastomosar las semillas. La dispersión se da al azar entre hospederos. La adherencia de semillas a las ramas de hospederos se relaciona con el secuestro de semillas en el hospedero preferido (*B. copallifera)*. Esto se agrega a la explicación de la distribución no azarosa entre hospederos de las plantas epífitas del bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal.

Finalmente, la preferencia de epífitas por el estrato superior se explica también porque éste está integrado de mayor número de estructuras, ya que el tronco es una estructura escasa y porque las semillas vuelan desde la copa, alejándose y cayendo lejos del árbol fuente. Y los factores que ocasionan limitación en la dispersión son las lluvias y el secuestro de semillas dentro de árboles preferidos como *B. copallifera*. Sin embargo, el secuestro dentro de *B. copallifera* es menor que la cantidad de semillas que son exportadas. Pese a esto, aún falta estudiar aspectos de la ecología de la dispersión de plantas epífitas que demuestren todos los factores posibles que limitan a la dispersión.

Figura 4. Semillas anastomosadas sobre la inflorescencia y/o plántulas (a) que se establecieron sobre la misma inflorescencia que las originó. Las infrutescencias son de las epífitas *Tillandsia achyrostachys* E. Morren ex Baker (a), *T. caput-medusae* E. Morren (b), *T. hubertiana* Matuda (c), *T. makoyana* Baker (d), *T. recurvata* (L.) L. (e) y *T. schiedeana* Steud. (f). Todas las fotos fueron tomadas en el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos.

Figura 5. Plántulas de *Tillandsia* sp. aglomeradas en ramas de un mismo hospedero.

Agradecimientos

A José Miguel Saldaña Rojas, Jesús Pérez Cruz, Roberto Francisco Jiménez Salmerón, Luz María Ayestarán Hernández y Petronilo Pérez Martínez, quienes ayudaron en el trabajo de campo. Este trabajo se desarrolló con apoyo de la Red de Cuerpos Académicos "Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos", bajo el proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales" (PROMEP 103.5/09/1187), y el apoyo del Municipio de Tepoztlán, Dirección Técnica del Corredor Biológico Chichinautzin, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Bibliografía citada

Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Benzing, D. H. 2000. Bromeliaceae. Profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Cascante-Marin, A., N. Von-Meijenfeldt, H. M. H de Leeuw, J. H. D. Wolf, J. G. B. Oostermeijer & J. C. M. Den Nijs. 2009. Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape.

Journal of Tropical Ecology, 25:63 – 73.
Clark, C. J., J. R. Poulsen, D. J. Levey & C. W. Osenberg. 2007. Are plant populations seed limited? A critique and meta-analysis of seed addition experiments. The American Naturalist, 170:128-142.
García-Franco, J. G. & V. Rico-Gray. 1988. Experiments on seed dispersal and deposition patterns of epiphytes. The case of *Tillandsia deppeana* Steudel (Bromeliaceae). Phytologia, 65:73-78.
Gentry, A. H. & C. H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74:205-233.
Harper, J. L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. London. 492 p.
Howe, H. F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics, 13:201-228.
Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systemic occurrence and salient features. Selbyana, 2:1 – 13.
Mondragón, D. C. & M. Calvo-Irabien. 2006. Seed dispersal and germination of the epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in a tropical dry forest, Mexico. The Southwestern Naturalist, 51:462 – 470.
Münzbergová, Z. & T. Herben. 2005. Seed, dispersal, microsite, habitat and recruitment limitation: identification of terms and concepts in studies of limitations. Oecología, 145:1-8.
Nathan, R. 2006. Long distance dispersal of plants. Science, 313:786-788.
Palací, C. A., G. K. Brown & D. R. Tuthill. 2004. The seeds of *Catopsis* (Bromeliaceae: Tillandsioideae). Systematic Botany, 29:518-527.
Ruiz-Córdova, J. P. 2010. ¿La identidad del hospedero o la posición sobre de el determinan el porcentaje de germinación y sobrevivencia de plántulas de *Tillandsia recurvata*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
Vergara-Torres, C. A., M. C. Pacheco-Álvarez & A. Flores-Palacios. 2010. Host preference and host limitation of vascular epiphytes in a tropical dry forest of Central Mexico. Journal of Tropical Ecology, 26:563-570.
Wester, S. & G. Zotz. 2011. Seed comas of bromeliads promote germination and early seedling growth by wick-like uptake. Journal of Tropical Ecology, 27:115-119.
Winkler, M., K. Hülber & P. Hietz. 2005. Effect of canopy on germination and seedling survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest. Annals of Botany, 95:1039-1047.
Zotz, G. 1997. Substrate use of three epiphytic bromeliads. Ecography, 20:264-270.

DINÁMICA DE LA MORTALIDAD DE RAMAS EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

BRANCH MORTALITY DYNAMICS IN A TROPICAL DRY FOREST

Beatriz Olivia Cortés-Anzúres[1a], Angélica María Corona-López[1], Víctor Hugo Toledo-Hernández[1] & Alejandro Flores-Palacios[1].

[1]Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [a]beatriz.cortes@uaem.mx.

ABSTRACT

Epiphytes are plants that at least at some stage of their life cycle grow on another plant. Branch mortality dynamics directly determine substrate availability and mortality of epiphytes. In six species of hosts where the pattern of distribution and abundance of epiphytes is known, we followed a cohort of branches with and without epiphytes. The greatest survival occurred in *Conzattia multiflora* branches; branches of *Bursera copallifera*, B. *fagaroides* and *B. glabrifolia* had a survival higher than 75%, while *Sapium macrocarpum* branch survival was of 40%, and the lowest branch survival occurred in *Ipomoea pauciflora*, which caused the greatest percent mortality of epiphytes. The durability of the branches is a factor that determines the host quality for epiphytes, but branches of limiting hosts can be as durable as preferred hosts.

Introducción

Las plantas epífitas son importantes en los bosques tropicales porque contribuyen significativamente a la riqueza de especies y a incrementar la biomasa en pie. En los bosques tropicales pueden representar hasta el 30% de todas las especies vegetales vasculares (Benzing, 1990). Además, las epífitas sirven como fuente de alimento y hábitat para animales, tales como artrópodos, anfibios, reptiles,

mamíferos y aves (Benzing, 1990). Por otro lado, la "tierra" que se acumula entre las epífitas es, probablemente, una fuente de nutrientes que puede ser utilizada *in situ* por la comunidad de epífitas, o que puede ser filtrada para contribuir al acervo nutricional del suelo del bosque (Coxson & Nadkarni, 1995). Con base en lo anterior, se ha sugerido que las epífitas desempeñan una importante función en los bosques, ya que éstas adquieren los nutrimentos de fuentes atmosféricas (*e. g.* deposición húmeda y seca, fijación simbiótica de N, Coxson & Nadkarni, 1995).

La dinámica de la caída de ramas influye tanto en el ciclo de nutrientes como en el flujo de energía de los bosques (Maguire, 1994) y es un factor que afecta directamente a las poblaciones de epífitas. Los factores abióticos han sido mucho más estudiados que las interacciones bióticas, tales como la competencia, la herbivoría o el efecto de la dinámica (generación, durabilidad y caída de ramas) de las ramas de los árboles sobre las poblaciones de epífitas (Zotz & Hietz, 2001).

Aunque también pueden habitar sobre sustratos inertes, las epífitas habitan mayormente sobre las ramas de los árboles, así que la dinámica de sobrevivencia y mortalidad de las ramas determina directamente, a). la disponibilidad de sustrato para las epífitas (Ruiz-Córdova, 2010) y b). la mortalidad de epífitas.

La degradación de madera muerta, ya sea de troncos o ramas, es generada por diversos organismos, entre los cuales se presentan escarabajos bupréstidos (Bellamy, 2003). Estos organismos permiten que los nutrientes y energía regresen al suelo (Tate *et al.,* 1993; Laiho & Prescott, 1999). Reza-Pérez (2010) realizó un estudio sobre riqueza de Bupresidae en la localidad de El Limón de Cuauchichinola, municipio de Tepalcingo, Morelos. Menciona que la mayor mortalidad de ramas ocurre en la temporada de lluvias, porque las altas precipitaciones contribuyen a la putrefacción y mortalidad de ramas y troncos, lo cual favorece el desarrollo y alta abundancia de bupréstidos durante esta temporada.

En el bosque tropical caducifolio del Ejido de San Andrés de la Cal en Tepoztlán, Morelos, México, se han realizado diferentes estudios para determinar las características que determinan la calidad de los hospederos para las epífitas. Vergara-Torres (2008) demostró que la distribución de las epífitas no ocurre al azar, lo que sugiere que existen preferencias de las epífitas por ciertos hospederos. Los

hospederos *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. bipinnata* se muestran como preferidos ya que presentaban gran abundancia de epífitas. Otros hospederos tuvieron menos epífitas de lo esperado por su abundancia (hospederos limitantes). Sin embargo, esta distribución no azarosa no se pudo explicar por la textura, el grosor o el comportamiento de exfoliación de la corteza entre las especies de hospederos. Se encontraron hospederos preferidos con corteza rugosa, aunque también hubo hospederos que limitaban su preferencia pese a contar con corteza rugosa. Esto sugiere que hay otras características en los árboles que determinan las preferencias de hospedero de las epífitas, pues cada especie de hospedero tiene una combinación de características únicas y no es posible tener patrones generales que determinen la preferencia. Los resultados de Vergara-Torres (2008) sugieren que el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal ofrece pocos hospederos (7% de las especies y 16% de los árboles) que favorecen el desarrollo de una flora epífita abundante, pues la mayor parte de las leñosas se comportaron como hospederos limitantes. Además, en este bosque las epífitas se concentran en las ramas de 2 a 4 cm de diámetro (Ruiz-Córdova, 2010).

Valencia-Díaz *et al.* (2010), realizaron un estudio con extractos de corteza de *Bursera copallifera*, *Ipomoea pauciflora* e *I. murucoides*, para determinar si estos generaban un efecto negativo sobre la germinación de *Tillandsia recurvata*, la epífita más abundante en San Andrés de la Cal (Vergara-Torres, 2008). Encontraron que la corteza de *B. copallifera* no genera efectos negativos sobre la germinación de semillas de *Tillandsia recurvata*; sin embargo, en *I. pauciflora* e *I. murucoides* existen compuestos alelopáticos que inhiben la germinación de semillas de *T. recurvata* y que esto es una característica que determina a un mal hospedero.

Victoriano-Romero (2011) realizó un estudio sobre la captura de semillas con un hospedero preferido (*Bursera copallifera*) y uno limitante (*Conzattia multiflora*), de acuerdo con la clasificación de Vergara-Torres (2008) en cuanto a la abundancia de epífitas sobre los hospederos. Encontró que *B. copallifera* captura cuatro veces más semillas que *C. multiflora* y que éstas se dispersan entre 10 y 37 metros; además demostró que la lluvia limita la dispersión de semillas. Entonces, la captura de semillas entre los hospederos es un factor que ayuda a determinar la calidad de los mismos.

Además de sustancias alelopáticas (Valencia-Díaz *et al.*, 2010) y

captura diferencial de semillas entre las especies de hospederos (Victoriano-Romero, 2011), es posible que la durabilidad de las ramas sea menor en hospederos limitantes, mientras que hospederos preferidos tengan ramas duraderas y que esta durabilidad esté determinada por la influencia de insectos barrenadores. Durante un año de seguimiento, nosotros determinamos el ritmo de caída de ramas y su efecto en las epífitas, en el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos.

Ejido de San Andrés de la Cal Tepoztlán, Morelos, México

Se localiza a los 18º57'22.2" de latitud norte y los 99º06'50.2" de longitud oeste (Figura 1). La altitud oscila entre 1,480 y 1,670 ms.n.m. El clima predominante de San Andrés de la Cal es semiárido subhúmedo (A) Cw2 (W) ig. Es el tipo más cálido de los templados subhúmedos, con lluvias en verano e invierno, precipitación media anual de 1,200 mm y temperatura promedio anual de 20° C (Ruiz-Rivera, 2001). En este ejido la vegetación primaria dominante es bosque tropical caducifolio, y está compuesto por al menos 42 especies de plantas leñosas (DAP > 3 cm), de las cuales las especies más abundantes son *Sapium macrocarpum* Müll. Arg. (18% de los individuos) (Euphorbiaceae), seguida de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. (15% de los individuos), *B. glabrifolia* (Kunth) Engl. (11% de los individuos) (Burseraceae), *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti (10% de los individuos) (Convolvulaceae), *Conzattia multiflora* (B.L. Rob.) Standl (7% de los individuos) (Fabaceae) e *I. murucoides* Roem. & Schult. (6% de los individuos) entre otros (Vergara-Torres, 2008). En esta zona la flora epífita está constituida por 19 especies; la especie más abundante es *Tillandsia recurvata* (L.) L. (71% de los individuos) (Vergara-Torres *et al.*, 2010) (Figura 2). Para cumplir con nuestros propósitos, seguimos a una cohorte de ramas de seis especies de hospederos.

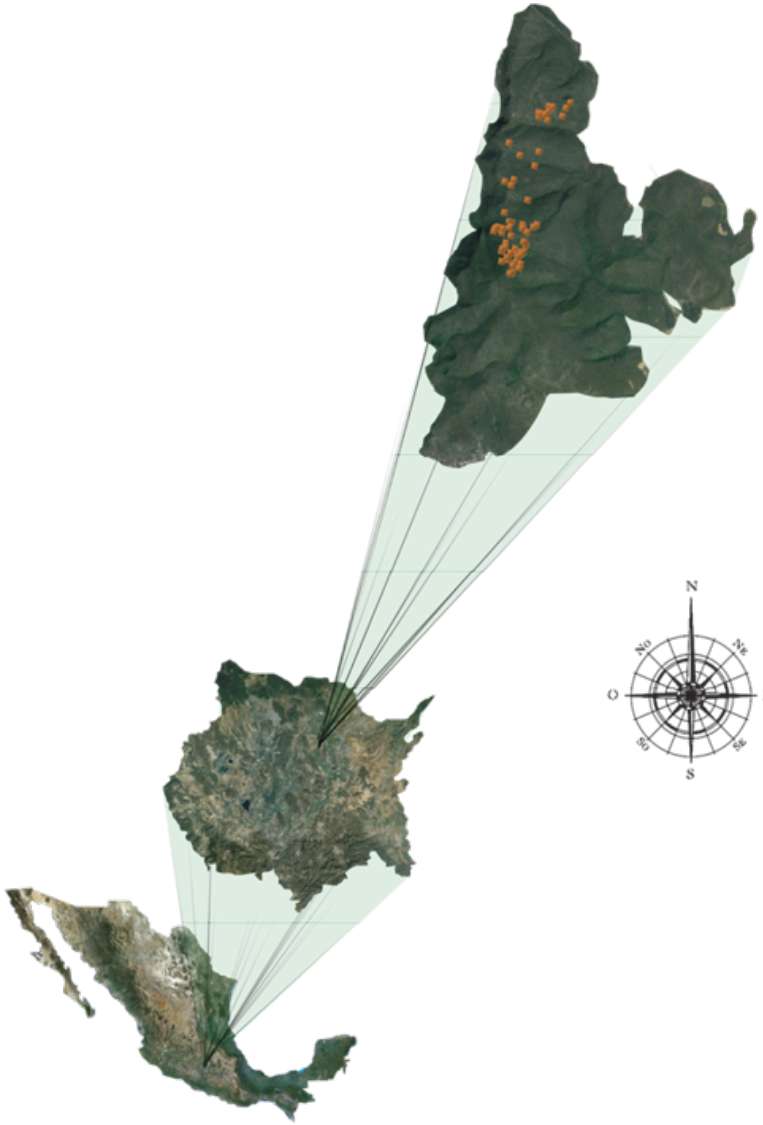


Figura 1. Ubicación geográfica del Cerro de la Cal, San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos.

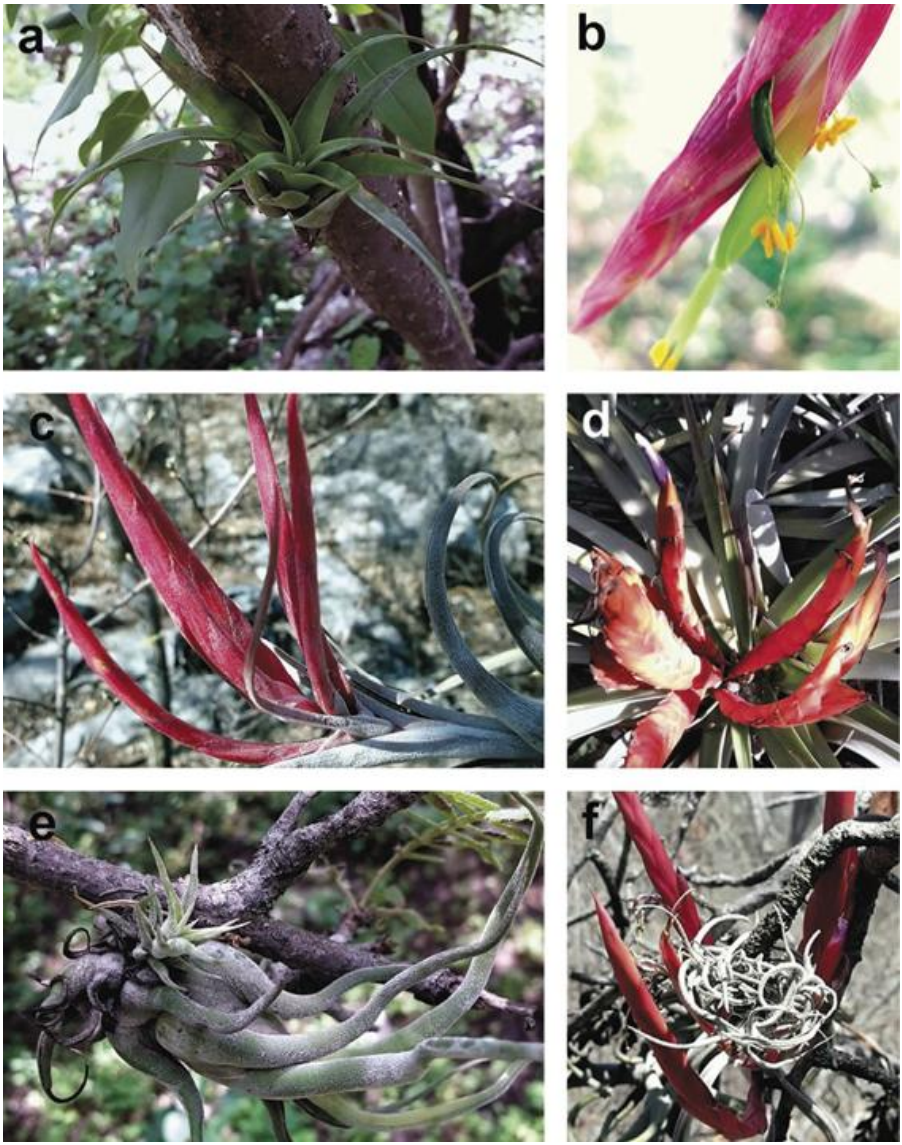


Figura 2. Bromelias epífitas observadas en el área de estudio, *Tillandsia achyrostachys* E. Morren ex Baker (a, b), *T. X lydiae* Ehlers (c), *T. hubertiana* Matuda (d), *T. caput-medusae* Morren (e) e Inflorescencia de *T. caput-medusae* Morren y una planta de *T. recurvata* (L.) L. en el primer plano (f).

Supervivencia de ramas y su efecto en las epífitas del bosque tropical caducifolio

Se observaron cuatro tipos de mortalidad en las ramas. Las ramas que murieron por sequía, fueron aquellas que morían de la punta hacia la base (Figura 3). Aquellas que se encontraban descortezadas tenían daño en la zona media y el corcho estaba removido por barrenadores (Figura 4). Las ramas dañadas por otros factores fueron aquellas que se quebraron físicamente, se desgajaron o fueron cortadas a machetazos (Figura 5). Finalmente las ramas que se secaban desde una porción basal de la rama, probablemente a causa de ataques de insectos. No hubo una asociación entre la frecuencia de un tipo de daño y la presencia de epífitas en *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. fagaroides, I. pauciflora* y *S. macrocarpum.*

Encontramos que la mayor supervivencia ocurrió en las ramas de un hospedero limitante (*Conzattia multiflora*). Las especies de hospederos preferidos (*Bursera copallifera* y *B. glabrifolia*) tuvieron supervivencias similares y mayores a 75% al igual que otro hospedero limitante (*B. fagaroides*). De acuerdo con lo que esperábamos, las ramas de dos hospederos limitantes sí tuvieron supervivencias bajas, menor al 40% en *Sapium macrocarpum*; la menor supervivencia ocurrió en *Ipomoea pauciflora.*

El mayor porcentaje de epífitas en ramas secas ocurrió sobre *Ipomoea pauciflora*. En *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *Conzattia multiflora* y *Sapium macrocarpum*; el porcentaje fue intermedio. El menor porcentaje tendió a ocurrir en *B. fagaroides*.

La probabilidad de que una epífita caiga junto con la rama en la que se instala se relaciona con el tamaño de la rama (Hietz, 1997), y la mortalidad de ramas es un factor clave para la persistencia de las poblaciones de epífitas en el dosel (Winkler *et al.*, 2007); así que entender las causas que ocasionan la mortalidad de ramas es de primera importancia para el manejo de las epífitas, y podría ayudar a explicar porque habitan o no sobre algunas especies de hospederos o estratos verticales.

La hipótesis general de este trabajo fue que la mortalidad de ramas debiese ocurrir con menor frecuencia en hospederos preferidos y ser mayor en hospederos limitantes; de ser así, la mortalidad de ramas sería un factor que interviene en determinar la calidad de los hospederos para las epífitas.

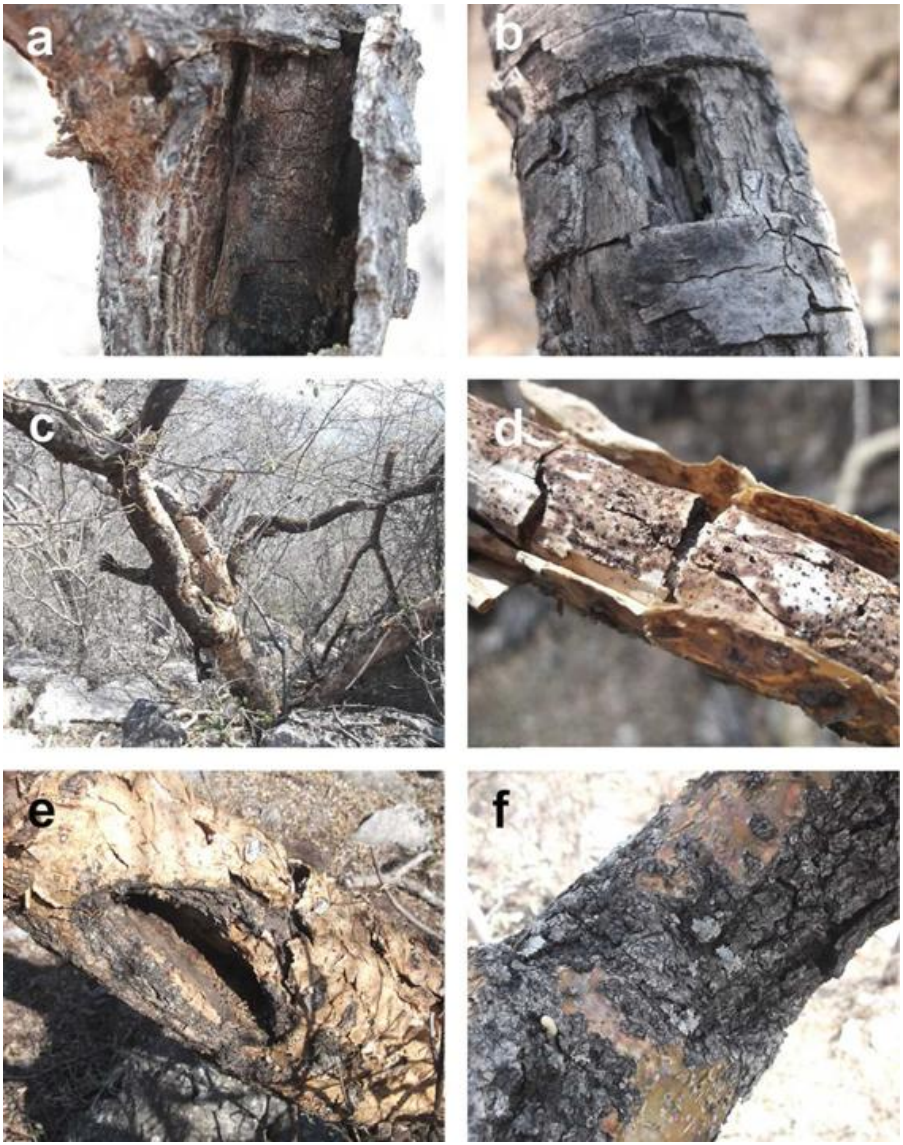


Figura 3. Ramas muertas de *B. copallifera* (a, b), *B. fagaroides* (c, d, e y f). Las ramas de las foto b, c, d y e fueron integradas en la categoría de sequía mientras que la de "a" en otros factores y f es un factor que no afectó a las ramas marcadas.

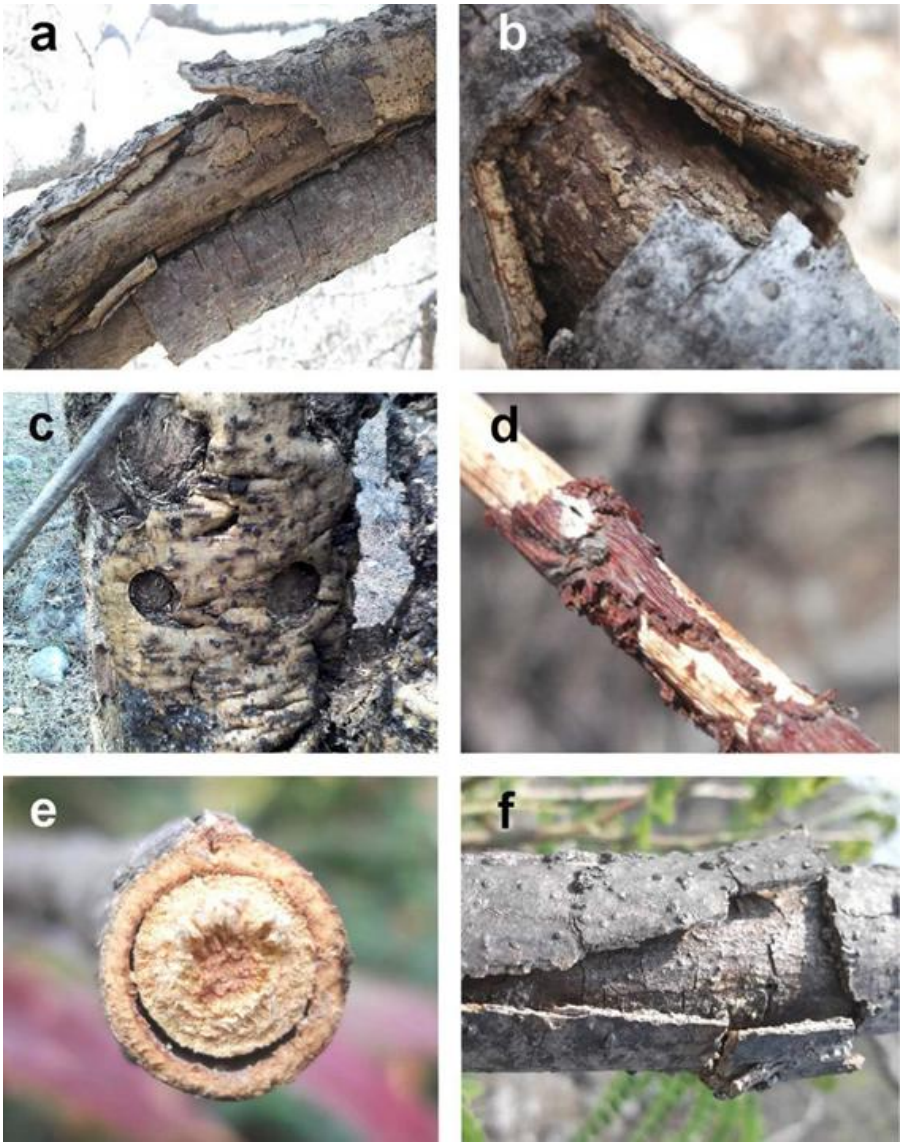


Figura 4. Ramas muertas de *B. copallifera* (a, b), *B. fagaroides* (c), *B. glabrifolia* (d), *C. multiflora* (e, f). Las ramas de las fotos fueron descortezadas y la rama de la imagen e fue cortada por barrenadores.

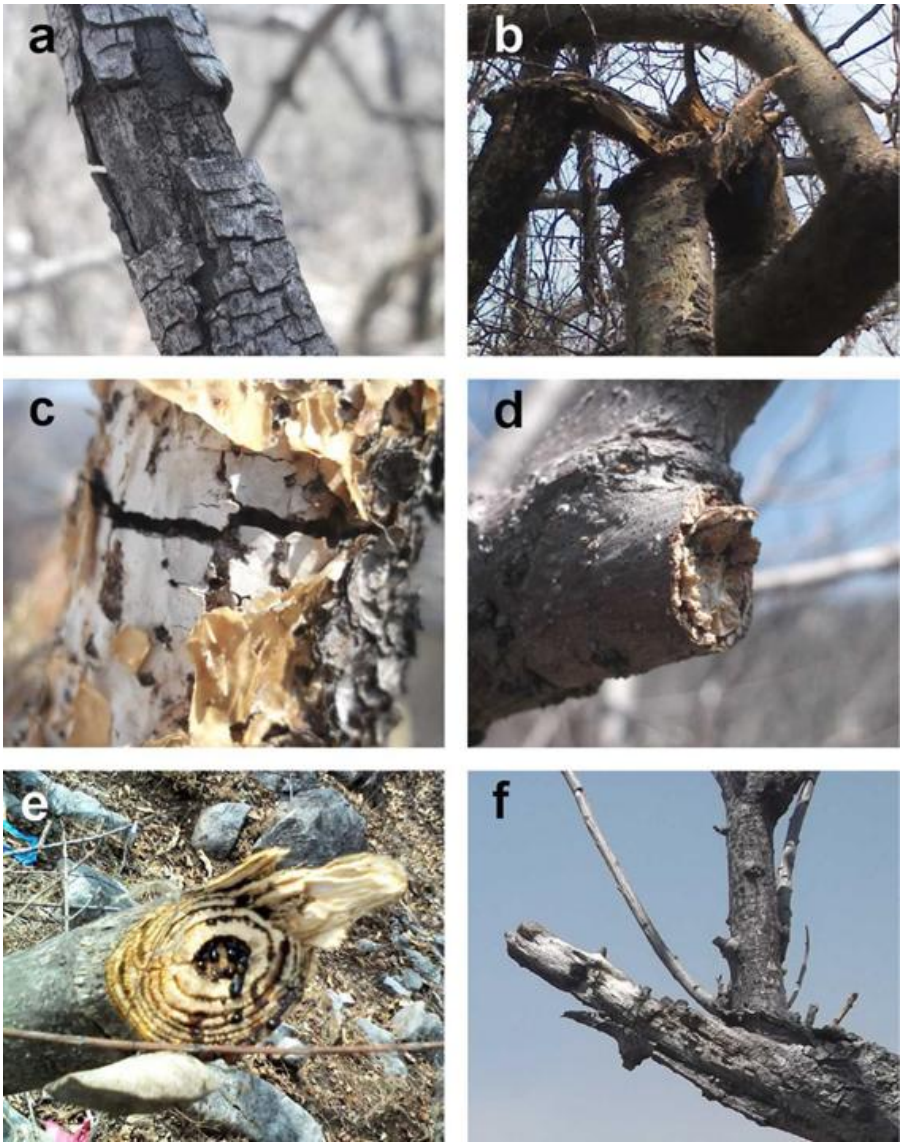


Figura 5. Ramas muertas de *Bursera copallifera* (a); *B. fagaroides* (b, c), *C. multiflora* (d), *I. pauciflora* (e) y *S. macrocarpum* (f). Las ramas de las fotos a, c y f, murieron por sequía; las ramas en b, d y e por otros factores.

La supervivencia de ramas de los hospederos preferidos ocurre acorde a la hipótesis, y pues estos hospederos muesran las ramas de mayor supervivencia (*Bursera copallifera* y *B. glabrifolia*). La supervivencia de ramas de *Ipomoea pauciflora* y *Sapium macrocarpum* concuerda con la hipótesis, ya que son hospederos limitantes y las

epífitas se concentran en los estratos inferiores (Ruiz-Córdova, 2010; Vergara-Torres *et al.*, 2010). *Ipomoea pauciflora* fue el forofito con menor supervivencia de ramas, y es un árbol pionero de vida corta. Los resultados apuntan a que tanto la mortalidad de ramas como el contenido de alelopáticos de la corteza de este árbol (Valencia-Díaz *et al.,* 2010) posiblemente se relacionan con la actividad de insectos barrenadores (Valencia-Díaz *et al.*, 2014). Tan sólo por la mortalidad de ramas, el 95% de los individuos de epífitas que se monitorearon ya se habían caído con las ramas o estaban en ramas secas.

Para las especies limitantes *Bursera fagaroides* y *Conzattia multiflora*, la elevada supervivencia de ramas, sugiere que ésta no es la característica que los hace hospederos limitantes. Entonces, la supervivencia de ramas en *C. multiflora* no influye sobre las poblaciones de epífitas y quiere decir que hay otros factores que los vuelven adversos para las epífitas. Para el caso de *C. multiflora*, en un trabajo previo se registró que captura cuatro veces menos semillas de *Tillandsia* que un hospedero preferido (Victoriano-Romero, 2011), así que su baja captura de semillas sí ayuda a explicar por qué es un hospedero limitante; pero en ambas especies (*B. fagaroides* y *C. multiflora*) no debe descartarse la posibilidad de que sus cortezas contengan fitoquímicos que disminuyan la germinación de semillas de epífitas, como ya se encontró en otros hospederos simpátricos (Valencia-Díaz *et al.*, 2010).

Los árboles que concentran poblaciones de epífitas (preferidos) tienen mayor supervivencia de ramas que árboles donde las epífitas son escasas. Aunque una alta mortalidad de ramas no necesariamente ocurre en árboles con pocas epífitas. Además, la mortalidad de epífitas ocasionada por la muerte de ramas es mayor que la registrada en otros bosques (Winkler *et al.*, 2007), donde la mortalidad osciló entre 1.8 y 9.8%, mientras en el bosque tropical caducifolio estudiado, la mínima mortalidad asociada a caída de ramas es del 10%. Esto pone de manifiesto la importancia de la mortalidad de ramas como un factor que determina la riqueza y abundancia de epífitas vasculares.

Agradecimientos

Se agradece la ayuda en el trabajo de campo a Samuel Aréchaga

Ocampo, Luz María Ayestarán Hernández, Quetzal Tonalli Cruz Fernández, Alejandro Durán Rivera, Michelle Illiane Figueroa Rodríguez, Griselda Ortega Solano y Jesús Pérez Cruz. Este trabajo se desarrolló con financiamiento del Programa para el Mejoramiento del Profesorado asignado al Cuerpo Académico de Biología del Dosel (UAEMOR-CA-115) a través de la Red "Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos" (PROMEP 2009-2011).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bellamy, C. L. 2003. The stunning world of jewel beetles. Wings, Essays on Invertebrate Conservation, 26:13-17.

Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Coxson, D. S. & N. M. Nadkarni. 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. Pp. 495-543. En: Forest canopies. Lowman, M. D. & N. M. Nadkarni (Ed.). Academic Press. EE. UU.

Hietz, P. 1997. Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. Journal of Ecology, 85:767-775.

Laiho, R. & C. E. Prescott. 1999. The contribution of coarse woody debris to carbon, nitrogen, and phosphorus cycles in three Rocky Mountain coniferous forest. Canadian Journal of Forest Research, 29:1592-1603.

Maguire, D. A. 1994. Branch mortality and potential litterfall from Douglas-fir trees in stands of varying density. Forest Ecology and Management, 70:41-53.

Reza-Pérez, E. V. 2010. Buprestidae (Insecta: Colepotera) de la localidad "El limón de Cuauchichinola", Tepalcingo, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Ruiz-Córdova, J. P. 2010. ¿La posición sobre el hospedero determina el porcentaje de germinación y sobrevivencia de plántulas de *Tillandsia recurvata*? Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Ruiz-Rivera, C. A. 2001. San Andrés de la Cal: culto a los señores del tiempo en rituales agrarios. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Tate, K. R., D. J. Ross, B. J. O'Brien & F. M. Kelliher. 1993. Carbon storage and turnover, and respiratory activity, in the litter and soil of an old-growth southern beech (*Nothofagus*) forest. Soil Biology and Biochemistry, 25:1601-1612.

Valencia-Díaz, S., A. Flores-Palacios, V. Rodríguez-López, E. Ventura-Zapata & A. R. Jiménez-Aparicio. 2010 Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata*, an epiphytic bromeliad. Journal Tropical Ecology, 26:571-581.

Valencia-Díaz, S., A. M. Corona-López, V. H. Toledo-Hernández, & A. Flores-Palacios. 2014. Is branch damage by xylophages related to the presence

of epiphytes? Arthropod-Plant Interactions, 8:25-32.

Vergara-Torres, C. A. 2008. Riqueza de especies, abundancia y preferencias de hospedero de las plantas epífitas del bosque tropical caducifolio de Tepoztlán, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Vergara-Torres, C. A., M. C. Pacheco-Álvarez & A. Flores-Palacios. 2010. Host preference and host limitation of vascular epiphytes in a tropical dry forest of Central Mexico. Journal of Tropical Ecology, 26:563-570.

Victoriano-Romero, E. 2011. Dispersión de semillas de *Tillandsia hubertiana* y *T. recurvata* en el bosque tropical caducifolio de Tepoztlán, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Winkler, M., K. Hülber & P. Hietz. 2007. Population dynamics of epiphytic bromeliads: Life strategies and the role of host branches. Basic and Applied Ecology, 8:183-196.

Zotz, G. & P. Hietz. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. Journal of Experimental Botany, 52:2067-2078.